

D^r Gierliz = 1825 =

# MANUALE
DEL
# GALVANISMO
ADATTATO
ALLA FISICA, ALLA CHIMICA
E
ALLA MEDICINA,

DEL SIG. GIUSEPPE IZARN
PROFESSORE DI FISICA ec. ec.

*TRADOTTO DAL FRANCESE*

FIRENZE
PRESSO GUGLIELMO PIATTI
*MDCCCV*


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

# PREFAZIONE

„ Dopo la schiavitù di molti secoli ( dice Fourcroy nel suo discorso preliminare al sistema delle cognizioni chimiche ) dopo il giogo pesante del Peripateticismo , comparvero alfine i bei giorni preparati già da un Cartesio e da un Galileo , in cui il pensiero ed il genio slanciaronsi a far nuove conquiste . In vece di oscurar con commenti le opere degli antichi già sfigurate , in vece di credere servilmente a proposizioni che di secolo in secolo insinuaron soltanto negli spiriti umani l' abito d' esser credute, si osò di alzar la fronte verso la natura , di interrogarne i suoi fenomeni , e di penetrar nel suo santuario. Fu allora che l' osservazione prese il posto della cieca credulità ; fu allora che si ebbe la grand' idea di far agire fra i corpi ad arte ravvicinati le forze naturali , e di determinarne l' esistenza ; allora sortì come dal nulla la direzione e l' energìa ; allora l' arte sperimentale apparve al mondo come una nuova creazione ; allor finalmente la Fisica stata già il romanzo della natura, divenutane alfine l' interprete più fedele , armata di macchine e d' istrumenti aggiunse il suo nuovo potere al poter troppo isolato del genio , e raddoppiò le sue forze , come appunto la leva aggiunta ai muscoli dell' uomo e degli animali ne moltiplica i

mirabili effetti. Ed ecco che un nuovo ordin di cose, un nuovo mondo assai più prezioso di quello di cui l'antico è debitore a un Americo e a un Colombo, si offre al Filosofo; ecco che di scoperta in scoperta sen volano i Boyle, i Newton, i Mayou, gli Hooke, gli Sthal, gli Hales, i Boerhave, e finalmente questo mondo sperimentale aumentando le delizie delle nazioni e arricchendo la società fece avanzare a gran passi le parti tutte della filosofia naturale ,,.

Può anzi dirsi che i prodotti di questa seconda sorgente sian già assicurati pel grande impulso dato a tutti gli spiriti verso lo studio delle scienze naturali. Ne fanno prova troppo convincente gli ultimi 30 anni del secolo orora decorso, e non si dee gettar che un occhiata sulla storia dell' Elettricità, della Vaccina, della disinfezione Guitoniana; e come un Ienner, ed un Guyton si son già guadagnati un posto sublime fra i primi benefattori dell' umanità, così fra non molto forse vedrassi prender posto fra loro unitamente al Galvani anche l' Aldini. Quali vantaggi non riconosce già l' Europa tutta dalla Vaccina Ienneriana? Quali maggiori non ne avrebber riconosciuti l' Europa e l' America dal ritrovato di Mr. Guyton de Morveau per ovviare ai miasmi contagiosi e pestilenziali, se non fosse stato quasi dimenticato già dai Governi sul momento stesso del nascer suo? La scoperta pur di Galvani apparve in un tratto assai vantaggiosa all' uman genere, e forse lo sarebbe già stata se per molto tempo non avesse incontrata la sorte comune delle scoperte, di esser tosto messa in oblìo. Grazie al-

la diligenza e al patriottismo del Professore Aldini, che a tale effetto ha appunto istituiti tanti e sì varj esperimenti, e da cui tanti altri e altri nuovi fa sperarne la sua industria e la sua attività. Grazie alle diverse società Galvaniche che unite si sono a percorrere la stessa carriera.

Perchè pertanto ognun possa essere facilmente a portata di quanto si è fin quì operato e scoperto, e perchè col ripetere o coll' inoltrare le esperienze già fatte possa rendersi utile anche a se e benemerito alla società per gli usi fisici, chimici, e medici, che posson farsi del Galvanismo, ho stimato bene di presentare al pubblico Toscano nella nostra favella questo libro del Sig. Izarn, che alfine è un trattato pratico del Galvanismo alla portata di qualunque persona che sia un poco iniziata nello studio della Fisica. Serva almen questo libro per mio maggiore incoraggimento a presentarvi, o benigno Lettore, altre opere di eguale o di maggiore rilievo!

# MANUALE
DEL
# GALVANISMO

## SEZIONE I.

*Origine e progressi del Galvanismo fino alla scoperta dell' Elettromotore di Volta.*

Gli effetti naturali chiamati *Galvanici* hanno avuto luogo dacchè esiste la materia ogni qualvolta son concorse le circostanze necessarie a produrgli: dunque non son nuovi che nella storia delle cognizioni umane, in cui non avevan parte prima dei travagli di *Galvani* perchè non si erano conosciuti o si eran conosciuti inutilmente. Le prove di tal verità si avranno in questa sezione, giacchè nel 1. articolo si darà la descrizione di alcuni effetti di simil genere conosciuti molto prima de' travagli di Galvani, nel 2. si vedran le esperienze che condussero Galvani alla principale scòperta, e nel 3. si descriveran quelle che sono state fatte da questa prima epoca fino alla scoperta dell' *Elettromotore di Volta*.

### ARTICOLO I.

*Degli effetti Galvanici conosciuti avanti la scoperta di Galvani.*

Senza dubbio deve essere accaduto a dei cuochi, a dei macellari ec. di toccar qualche nervo

dell'animale che uccidevano, mentre che i muscoli eran posti su un altro, di cui il corpo o le braccia formavan la catena di comunicazione; dal che devon essere insorti dei movimenti, che non hanno fissata l'attenzione di chi ne era il testimone, perchè gli avrà riguardati come effetti meccanici o come movimenti prodotti da un residuo di vitalità, spesso osservati nelle rane, nell' anatre, nell' anguille ec. A quanti non dev' essere accaduto che tenendo una fibbia d'argento in bocca avrà nel tempo stesso la lingua toccato e l'argento e l'acciajo che forman la fibbia? Ne deve essere nato un sapor leggiero, che avrà fatto soltanto cangiar macchinalmente la posizion della fibbia o della lingua senza condurre alla ricerca della causa di una tal sensazione.

Il solo azzardo poteva presentar tali effetti ad un osservatore che non fosse indifferente sulla loro origine; ma non fu Galvani il primo che gli osservò, come provano l'esperienze di Sulzer e di Cotugno.

*Esperienza di* Sulzer. (fig. 1.) *ab*, è una lamina d'argento, *z b* una di zinco. Ponendole l'una sulla lingua *l* e l'altra sotto, in modo che sian separate l' una dall' altra dalla lingua e dall'aria, non si prova che la sensazione di un corpo estraneo e pulito applicato a quest'organo: ma se si fanno toccar le due lamine *a*, *z* per l'estremità *b*, che non era separata che dall'aria, lasciando che esse tocchin sempre la lingua coll'altra estremità (fig. 2.) si prova nell'istante del contatto un sapore tanto più piccante quanto più lontani sono i metalli impiegati l'uno dall'altro in questa serie cioè *oro*, *argento*, *rame*, *fer-*

*ro*, *stagno*, *piombo*, *zinco*. Sulzer che pubblicò quest'esperienza nel 1767. nella sua Teoria generale del piacere, non la riporta che per servir di prova ai principj da lui adottati sulle sensazioni, e la cita in una nota come un fatto noto piuttostoche come un esperienza che appartenga a lui, onde è probabile, secondo il modo con cui ne parla, che sia registrata in altri scritti anteriori al suo. Nel ripetere quest'esperienza accade spesso che la sensazion provata dalla lingua è accompagnata da un altra affezione cioè da una specie di splendore che passa davanti agli occhi. Un tal fatto è restato per lungo tempo obliato nell'opera di Sulzer.

*Esperienza di* Cotugno. Cotugno dotto Professor d' Anatomia a Napoli riporta nel giornale Enciclopedico di Bologna del 1786. che uno de'suoi scuolari sentendosi ferito all' estremità d'una gamba vi portò la mano e prese un topo che lo mordeva. Avendolo subito steso sulla tavola per notomizzarlo restò sorpreso quando nel toccar col suo coltello il nervo diaframmatico dell'animale sentì una commozione elettrica assai forte che gli intormentì la mano. Benchè un tal fatto si trovi riferito diversamente in altre opere, chiunque ne ha parlato s'accorda in dire, che questo fenomeno conosciuto o riportato da Cotugno fece molto strepito in Italia, e diede luogo alle ricerche di Vassalli, il quale congetturò che la natura avesse alcuni mezzi per conservare e ritener l'elettricità accumulata in qualche parte del corpo animale per servirsene al bisogno secondo le sue vedute: anzi per confermar

quest'opinione intraprese le esperienze che poi pubblicò nel 1789.

A questo medesimo impulso dovremmo ancora le ricerche di Galvani, se Aldini e molti dotti Italiani non ci assicurassero che non si pensava punto all'esperienza di Cotugno, quando Galvani fu condotto alle sue ricerche da un improvviso avvenimento.

## ARTICOLO II.

*Fatti ed esperienze che condussero Galvani alla scoperta principale che porta il suo nome.*

I. Presa una rana convenientemente preparata, e postala sopra un sopporto S (fig. 3.) a 2 in 3 decim. di distanza dal conduttore d'una macchina elettrica, fatene escire delle scintille col presentare un eccitatore qualunque E al conduttore C, mentre intanto voi avvicinate una punta-metallica ai nervi della rana *nn* che sono scoperti. Ad ogni scintilla che partirà da C sopra E, vedrete nei muscoli della rana dei moti convulsivi sensibilissimi.

La maniera di preparar le rane non è indifferente per il buon successo di alcune esperienze di simil genere. Molte osservazioni mi han convinto che bisogna aver gran cura di spandere nel prepararle meno sangue che è possibile, perchè, se ne ricevono o le dita o le mani, è difficile che non ne restino imbrattate le coscie della rana nelle diverse manipolazioni che debbon

farsi, per il che ho veduto derivarne un indebolimento considerabile negli effetti da aversi. Ecco come preparo nel modo il più favorevole ai successi dell'esperienze questi animali, che sono i più usati si perchè più facili a procurarseli si perchè più utili per la lor grande eccitabilità in simili ricerche. Prendo la rana nella mia mano sinistra, e tenendola in modo che ella non possa muoversi e che resti fuori la sola testa, passo la punta acuta di una lama delle cesoie un poco al di sopra delle due zampe davanti, dove forando la pelle vo a prendere con questa stessa lama inferiore il disotto delle vertèbre cervicali. Così separo la testa dal tronco in modo che tuttavia tutto resta insieme attaccato per la pelle di sotto: e allora passando la lama inferiore delle cesoie sotto la pelle nella direzione delle vertebre dorsali fo un incisione che serve a spogliar totalmente la rana, cosicchè la pelle intera resta unita alla testa e vien via tutto insieme ciò che appartiene al ventre. Quando taglio le parti laterali che inviluppano gl'intestini, tengo le coscie della rana più elevate del restante per impedire che sopra vi cada del sangue o altri umori che potrebbero spandersi nel far le incisioni. Le cesoie sian ben taglienti e si taglino al netto le parti abdominali per non guastare i muscoli delle coscie. Spogliata che è la rana la prendo nella mia destra sempre per i piedi, e mi ripulisco, e rasciugo la sinistra, dove riprendo la rana stendendovela sul suo dorso, e passo la lama superiore delle cesoie sotto i nervi crurali o sciatici, di modo che questi nervi si trovano sul dorso di questa lama, mentre la lama inferiore è al di

sotto del corpo. Taglio allora la prima vertebra lombare, e ripiegando sul dorso della mano la parte del tronco che appartiene all'estremità dei nervi sciatici, taglio l'ultima delle lombari. Trovandosi così il tronco separato dalle coscie standovi unito solo per mezzo dei nervi, taglio da questo tronco tutto ciò che è inutile, e non lascio stare ai nervi che due vertebre dorsali, guardando in tutti i movimenti susseguenti di non le far comunicare con le coscie se non che nel momento dell'osservazione.

II. Stando tutto come sopra e continuando sempre l'elettrizzazione, levate l'eccitatore E e limitatevi a toccare coll'istessa punta P i nervi della rana *nn*. Non vedrete nella rana alcun moto qualunque incitazione possiate eccitar meccanicamente su i di lei nervi: ma ricompariranno le contrazioni appena che farete escir le scintille dal conduttore C col presentargli l'eccitatore E. Galvani si avvide subito, che ripetendo spesso l'esperienza gli effetti non eran costanti, cioè che non si produceva una contrazion nella rana ad ogni scintilla. Del che ricercando egli la causa credè poterla attribuire alla natura del corpo che si avvicinava ai nervi della rana nel fare escir le scintille dal conduttore, mentre l'effetto non avea luogo che quando presentava la lama del coltello (di cui allor si serviva) e mancava costantemente quando presentava il manico. Perciò fece la seguente esperienza.

III. Lasciando lo stesso apparecchio si servì invece del coltello ora di un piccol cilindro di vetro V, ora d'un piccol cilindro consimile ma di ferro F. Nell'avvicinare il primo non vede-

va nella rana alcun movimento, benchè avesse delle forti scintille; ma nel presentare il secondo, al partire delle scintille corrisposero le contrazioni muscolari. Così Galvani credè di aver confermata la verità de' suoi sospetti, e di poter concluderne che era necessario alla produzion dell effetto il contatto di un corpo conduttore coi nervi dell'animale. Tuttavia restava a sapersi qual era quello che più vi contribuiva o il cilindro di ferro o l'individuo che lo presentava tenendolo in mano.

IV. Col medesimo apparecchio ripetè egli l'esperienza precedente, se non che in vece di presentare il fusto di metallo F ai nervi della rana l'abbandonò sul sostegno accanto agli stessi nervi. In tal caso benchè partisse la scintilla non venne prodotto alcun moto muscolare nella rana.

V. Col medesimo apparecchio ripetè l'esperienza precedente aggiungendo al fusto di metallo un filo metallico fino in terra. Si videro allora i moti de' muscoli della rana a misura che si traevano le scintille. Da tutti questi fatti Galvani si credè in diritto di dedurre che non solo vi bisognava un conduttore applicato ai nervi dell'animale, ma che anche il conduttore dovea avere una certa estensione. Nel ripetere che ho fatto io queste esperienze ho veduto, che questo conduttore che Galvani riguarda come indispensabile, non fa al più che aggiungere all'effetto e rendere il successo dell'esperienza più certo supplendo all'eccitabilità che talor manca all animale; cosa che io dimostro coll'esperienza seguente.

VI. Ponete una rana ben preparata sopra un candelabro allontanando da essa ogni corpo conduttore; (fig. 4.) mettetela anche sopra un piccolo isolatore di cristallo; e avvicinate quest'apparecchio alla distanza di 1 in 2 decim. a un conduttore elettrico, che farete elettrizzare, e ne trarrete delle scintille. Ogni scintilla produrrà dei moti ne' muscoli della rana; e se questi non succedono, ponetevi un altra rana più fresca e meglio preparata. Al certo ne troverete di quelle che si contrarranno nelle medesime circostanze; il che vi prova che il non successo del 1.° caso dipendeva dal poco d'eccitabilità della rana. Ora quando ella è sull'isolator di cristallo, non ha conduttore di alcuna specie; dunque non è esso indispensabile per aver le contrazioni.

VII. Ritorniamo all' esperienze di Galvani. Avendo fissato vicino a un conduttore elettrico C (fig. 3.) un fil di metallo isolato *d m t* lo condusse in varie parti del suo quartiere (fig. 5.) All' estremità più lontana della macchina elettrica attaccò un fusto metallico T, a cui era sospesa per i suoi nervi crurali una rana preparata G in modo che i suoi piedi toccavano un corpo conduttore S. Ad onta di tal distanza quando si traevan le scintille dalla macchina elettrica coll' eccitatore E, la rana si contraeva nel tempo stesso nell' altra parte del quartiere.

VIII. Ripetè la stessa esperienza per mezzo del filo di ferro del campanello, o servendosi del medesimo conduttore facendolo reggere da dei mobili e dalla serratura degli usci in vece di isolarlo come nell' altra esperienza. Le scintille eccitate in una parte del quartiere facevan

contrar la rana nell' altra, benchè le contrazioni fossero molto più deboli. Ne ha anche eccitate sopra rane situate al di fuori del quartiere per mezzo della finestra, i cui vetri eran chiusi.

IX. Per esaminar poi fino a qual punto l'aria che separa l' animale dalla macchina elettrica, poteva influir sui fenomeni, prèse ( fig. 7. ) un recipiente di cristallo R, piantò in un turacciolo all' alto del recipiente un gangio metallico, a cui era sospesa una rana preparata S, e pose quest' apparecchio sopra un serbatoio d'acqua o di mercurio BM vicino ad una macchina elettrica ( fig. 3. ). Quando si trasser le scintille dal conduttor della macchina, ebbero luogo al solito le contrazioni muscolari.

X. Sul recipiente dell' esperienza passata ne mise poi uno più grande RG ( fig. 8. ), e eccitate che furon le scintille comparvero le contrazioni.

XI. In vece di porre l'apparecchio R ( fig. 7.) sopra un vaso di mercurio o d' acqua, lo pose sul piatto della macchina pneumatica molto vicino al conduttore della macchina elettrica. Fece il vuoto sotto il recipiente e trasse le scintille dal conduttore C coll'eccitatore E (fig 3 ). Si videro quasi dell' istessa intensità le contrazioni avanti che si facesse il vuoto, dopo che fu fatto, e quando si rese l' aria sotto il recipiente.

XII. Dopo aver così ricercata l' influenza dell' elettricità prodotta artificialmente, si possono anche esaminar con Galvani gli effetti dell' elettricità dell' atmosfera per mezzo delle espe-

rienze seguenti. In mancanza d'un parafulmine fissate nel muro e nella parte più alta della casa un fusto di ferro terminato a punta T E ( fig. 9. ), a piè di esso attaccate un fil di metallo C C che scende al parapetto d'un pozzo, o vicino al suolo in mancanza del pozzo. Quando il tempo si farà oraganoso o che il cielo sarà coperto di nuvole, adattate all' estremità di questo conduttore metallico C C una rana ben preparata in modo che stia al conduttore per mezzo de' suoi nervi scoperti *n n*, e intanto un altro filo metallico che parte dai di lei muscoli *m m*, scenderà nell' acqua del pozzo o si affonderà nel terreno fino ad una certa profondità. Quando scoppierà l' oragano vedrete ad ogni colpo di fulmine produr delle contrazioni nei muscoli della rana, come lo facevano le scintille nell' esperienze precedenti. Se l'oragano è violento, si osserveranno le contrazioni muscolari della rana anche senza che stia essa al conduttore C C, e basterà tenerla attaccata coi suoi nervi crurali ad un fusto metallico G G G, per avere delle contrazioni d' una durata quasi eguale a quella del rumore che produce il fulmine. Neppure è necessario che il lampo scoppi o che il fulmine si faccia sentire onde abbian luogo le contrazioni muscolari; poichè spesso basta per ciò il passaggio d' una nuvola oraganosa, quand' anche gli elettrometri armati di punte non presentano che debolissimi segni di elettricità.

Tali sono i fatti principali da principio osservati da Galvani, che poi variò in alcune esperienze accessorie ma senza escire dal circolo

delle macchine elettriche, degli elettrofori, della boccia di Leida, del condensatore e dell' elettrometro; e tali furono i primi strumenti galvanici, e a tali esperienze dobbiamo la cognizione de' fenomeni d' un ordine differente, che più specialmente costituiscono questa nuova branca di Fisica chiamata *il galvanismo*. L' articolo seguente ci darà la descrizione di simili fenomeni che furon conosciuti i primi.

## ARTICOLO III.

*Esperienze galvaniche anteriori alla scoperta dell' Elettromotore di Volta.*

Dopo aver Galvani esaminata l' influenza dell' elettricità in un tempo oraganoso, volle provare ciò che accaderebbe alle rane preparate se le esponesse all' aria in quiete. A tale oggetto ne attaccava di tempo in tempo qualcuna ad un' inferrata all' ingresso del suo giardino, e più volte si avvide di moti convulsivi in tempi in cui non vi era apparenza alcuna d' oragano. Sulle prime attribuì questi moti a dei cangiamenti dell' atmosfera, e credè d'aver trovato un nuovo mezzo di farci conoscere questi cangiamenti fin allora non osservati. In tale speranza stette in osservazione per molti giorni e in ore diverse senza che questi movimenti ricomparissero; onde stanco alla fine prese le rane per il gangio di rame fisso nella loro spina midollare, e moltiplicando o variando i contatti a traverso i bastoni dell' inferrata, cercava se le contrazioni non erano estranee allo stato elettrico

dell' aria. Le vide egli in effetto spessissimo senza potere attribuirle a questa causa, e poco mancò, che non le riguardasse come effetti del fluido elettrico accumulato nell' animale.

Allora dopo aver trasportato nel suo gabinetto la rana pendente al suo gangio di rame, la pose sopra una piastra di ferro, e vide rinnovarsi i moti convulsivi nell' atto stesso in cui il gangio di rame toccò la lama di ferro. Per il che pose l' animale sopra un altra lama metallica e di nuovo si presentò l' effetto medesimo. In mezzo alla maraviglia non cessò di ripeter l' esperienza ponendo l' animale sopra differenti corpi ad ogni ora del giorno, e per più giorni consecutivi ebbe sempre luogo il fenomeno con esservi solo della differenza nell' intensità degli effetti, il che ad evidenza derivava dalla natura de' corpi metallici con cui si faceva il contatto; infatti presto conobbe che erano nulli quando poneva l' animale col suo uncino sopra corpi idioelettrici, come il vetro, la resina ec.

Ecco dove io trovo la vera sorgente del *Galvanismo*; di quà comincia a mostrarsi la nuova branca che esce dal vasto tronco delle fisiche cognizioni, di quà si è il Galvanismo avanzato nel dominio delle scienze senza che ancor possiamo fissare il punto in cui si fermerà. Possa io aumentando il numero delle osservazioni aver contribuito in qualche cosa ai suoi progressi!

I fenomeni Galvanici anteriori alla scoperta dell' Elettromotore di Volta furon prodotti 1. dalle armature eterogenee, 2. dalle armature omogenee, o dal contatto di conduttori metallici del

nervo al muscolo ma senza armature, 3. senza alcuna influenza metallica e col solo contatto di sostanze animali dal nervo al muscolo, 4. finalmente dal contatto immediato di un nervo messo a nudo con un muscolo del membro a cui appartien questo nervo. Nei quattro seguenti paragrafi descriveremo queste quattro differenti maniere di produr gli effetti Galvanici.

## §. I.

### *Fenomeni Galvanici per mezzo delle armature eterogenee.*

Si dà il nome generico d'armature alle sostanze con cui s' inviluppano o su cui si pongono le parti nervose e muscolari dell'animale che si voglion galvanizzare.

### *Seguito delle esperienze di Galvani.*

XIII. Ponete un uncinetto di rame C (fig. 10.) nelle vertebre dorsali d'una rana, e tenendolo con una mano, fate riposare i piedi dell'animale sopra un piatto o una lama d'argento P, e tosto ponete sul piatto l'altra mano o toccatelo con una bacchetta di metallo che voi terrete in mano. Ogniqualvolta voi così toccherete il piatto d'argento, la rana da voi tenuta nell'altra mano proverà delle contrazioni.

XIV. Tenendo la rana con la sinistra in modo che i suoi piedi riposino sul piatto d' argento, come sopra, fate toccare il piatto da un altra persona con cui non abbiate voi alcuna co-

municazione. Questi contatti non produrranno alcun moto nella rana.

XV. Ma se mentre questa persona tocca il piatto d'argento su cui riposa la rana, come sopra, stabilite con essa una comunicazione toccandole l'altra mano con un cilindro ora di vetro ora di metallo, ricompariran le contrazioni ad ogni comunicazione che si farà per mezzo del cilindro di metallo, al contrario di quando si farà la comunicazione col cilindro di vetro.

XVI. Ponete (fig. 11.) le vertebre lombari ed i nervi che vi appartengono sopra una lama di zinco, e le sue estremità inferiori sopra una lastra di rame *c*, facendo una comunicazione dall'una all'altra per mezzo d'un arco metallico M A. Fatta che è la comunicazione col contatto delle due estremità di quest'arco ad ognuna delle lame *z*, *c*, la rana prova delle fortissime contrazioni.

XVII. Rimettete la rana come nell'esperienza antecedente (fig. 11.), ma fate la comunicazione fra le due lame *z*, *c*, per mezzo d'un arco le cui estremità sian di metallo, come sopra, ma separate l'una dall'altra per mezzo d'un tubo di vetro *v v* (fig. 12.). Invano voi toccherete nel tempo stesso le due lastre con quest'arco di comunicazione, perchè non vedrete alcun moto convulsivo.

*Considerazioni sulle esperienze precedenti.*

1. La prima di queste esperienze presenta, come si vede, una specie di circolo, detto *circolo Galvanico*, composto dell'animale che riceve

l'influenza, e dei metalli o dei conduttori che l'esercitano: la prima parte del circolo dicesi *arco animale*, e la seconda *arco eccitatore*. Questo può esser composto di sostanze metalliche semplicemente come nell esperienza (fig. 11.), o di sostanze metalliche e animali come nell esperienza (fig. 10.); ma non si avrà mai effetto alcuno Galvanico con un arco di materia an-elettrica, come nell' esperienza (fig. 12.).

2. Le lastre *z*, *c*, (fig. 11.) sono ciò che chiamasi *armature* per analogia alle lame di metallo di cui si arma il quadro elettrico o la boccia di Leida; ma per aver nel Galvanismo i maggiori effetti non bisogna, come nel quadro elettrico, che le armature siano dello stesso metallo, mentre anzi son esse più favorevoli quanto son più eterogenee e più lontane l' una dall'altra nella serie già indicata, *oro*, *argento*, *rame*, *ferro*, *stagno*, *piombo*, *zinco*.

Sul principio si era creduto necessario che le armature fossero eterogenee per ottener gli effetti Galvanici, e si presentaron più fatti atti in apparanza a provare che l' omogeneità bastava per sospendergli: le esperienze seguenti pubblicate da Galvani nel tempo stesso delle precedenti provano ad evidenza che una tale opinione era poco fondata, e che i fatti allegati nascevano da altra causa diversa dall' omogeneità.

## §. II.

### *Fenomeni Galvanici prodotti da armature omogenee.*

XVIII. Abbiate una rana preparata al solito (fig. 11.) e senza armarla in alcun modo;

ponete sopra i suoi nervi spogliati *n n* l'estremità d'un fusto metallico *t* (fig. 13.), e sui suoi muscoli l'estremità d'un fusto simile $t^2$ dell'istesso metallo del primo. All'avvicinar l'una all'altra le due estremità opposte dei fusti facendole toccare coi loro capi *m m* la rana proverà delle contrazioni.

XIX. Abbiate del mercurio preparato con tutte le precauzioni necessarie per averlo più puro che è possibile; preparate diverse coscie di rane in modo che vi resti pendente una porzion del nervo crurale ad un pezzo di muscolo dell'istessa lunghezza; passate dei fili di seta intorno alle due estremità della coscia e per essi sospendetela a un tubo di vetro *a b* (fig. 14.), e con porvi sotto il vaso V fatevi colare il mercurio preparato per l'esperienza. Abbassando subito il lato del tubo di vetro *a*, e così facendo toccare il nervo *n* al mercurio della tinozzetta, non avrete alcuna contrazione: ma compariranno se abbasserete egualmente l'altro lato e se il pezzo di muscolo staccato *m* toccherà la superficie del mercurio. Ed è da considerare che la violenza delle contrazioni è più grande quando il contatto comincia dal muscolo, di quando comincia dal nervo. In quest'esperienza bisogna procurar d'abbassare la coscia della rana e di produrre il contatto col mercurio più dolcemente che è possibile, per evitare ogni dubbio che l'effetto possa esser prodotto meccanicamente dall'urto delle parti animali contro il fluido metallico: che se malgrado una tal precauzione potesse restarvi qualche sospetto, resterà questo dissipato dall'esperienza seguente.

XX. Disposto il tutto come sopra ( fig. 14.) ponete sul mercurio in *r* ed *s* de' pezzi di carta ben pulita ed asciutta per impedire il contatto immediato del nervo *n* e del pezzo di muscolo staccato *m* col mercurio della tinozzetta. Così potrete abbassare la coscia della rana in un tratto, e i due capi del fusto o insieme o successivamente, e con molto minor precauzione di prima, poichè anche un urto forte non produrrà contrazione finchè la carta impedirà il contatto immediato del nervo e del pezzo di muscolo col mercurio.

Mi sembra inutile l'aggiunger quì un maggior numero d'esperienze per provare che per gli effetti Galvanici non è punto necessaria l'eterogeneità delle armature.

## §. III.

*Fenomeni Galvanici indipendenti da' metalli.*

Le esperienze XIX. e XX. sono del cel. Humbold egualmente che la maggior parte delle contenute in questo paragrafo. A lui dobbiamo le prove le più convincenti che non solo non è necessaria per gli effetti Galvanici l'eterogeneità de' metalli, ma neppure i metalli medesimi. Invano adunque si eran questi effetti attribuiti in principio ad una irritazione metallica.

XXI. Staccate l'una dall altra le due coscie d'una rana, scoprite subito il nervo crurale di una di esse (fig. 15.), e posate tutto il membro sopra una lama di vetro bene asciutta; toccate subito in una volta il nervo *n* e il muscolo colle due

estremità d'un pezzo di carne muscolare ben fresca *c m*, che spingerete con un bastone di cera o con un tubo di vetro. Humbold ha con tal mezzo ottenuto delle forti contrazioni. „ Per impedire l'objezione di Volta fondata sul sospetto d'una pressione meccanica, impiegai come conduttore (aggiunge questo celebre Fisico) in vece di carne muscolare, del legno secco, del corno, o dell'osso; ma così non vidi alcuna contrazione. Di più, toccai nel tempo stesso le fibre sensibili e le irritabili con due pezzi di carne muscolare (fig. 16.) $m^1$, $m^2$ da me tenuta con delle pinzette isolanti. Secondo Volta doveva allora esservi irritazione, ma non si vide movimento se non che quando questi due pezzi di carne muscolare furono uniti con un terzo pezzo $m^3$ „.

XXII. Aldini ha ripetuto spesso in grande questa stessa esperienza (Saggio Teorico ed esperimentale sul Galvanismo T. 2. 8.° Parigi). Una persona isolata tocchi con una mano la midolla spinale d'un vitello, e coll'altra prenda la mano sinistra d'una seconda persona del pari isolata, e che tiene nella destra le zampe d'una rana preparata. Tosto chè fa riposare i nervi della rana sopra qualche muscolo abdominale del vitello, prova essa delle forti contrazioni, che si rinnuovano ad ogni contatto.

## § IV.

*Effetti galvanici per mezzo del contatto immediato d'un nervo messo a nudo con un muscolo del membro a cui il nervo appartiene.*

XXIII. Prendete una rana preparata, e tenendola per i piedi separate le coscie l'una dall'al-

tra, e ripiegando quella che avete nella destra fate toccare i suoi muscoli ( fig. 17.) gemelli ai nervi che sono spogliati. Avrete più spesso delle vive contrazioni se ripetete l' esperienza sopra molte rane. Galvani avea pubblicata un'esperienza simile molto prima che si suscitasse la discussione sulla necessità de' metalli eterogenei. „ È da maravigliarsi, dice il celebre Humbold, che quest' esperienza importante sia stata per tanto tempo ignorata in Francia e in Germania „. Volta attribuiva quest' effetto ad un irritazione meccanica, e finiva col concludere che questo fatto non provava nulla. Humbold rispose a quest' obiezione coll' esperienze seguenti.

XXIV. Preparate al solito una rana in modo che il suo tronco non stia attaccato alle coscie che per i nervi sciatici; dopo aver sollevato un pezzo di carne muscolare priva d' ogni parte tendinosa curvatela in modo da farle toccare il nervo che appartiene a questa medesima coscia. Questo semplice contatto basta per eccitar delle contrazioni.

XXV. Abbiate una rana come sopra, toccate il suo nervo sciatico *n* con minor precauzione ma con altre sostanze non conduttrici; potete anche curvare il pezzo di muscolo della coscia *m*, come sopra, sul nervo dopo averlo coperto d' una lama di vetro sottilissimo o di carta bene asciutta. In tal caso non avrete alcun effetto galvanico, benchè la compressione sia ad evidenza più considerabile che nell' altra esperienza.

In tutte queste esperienze si veggono manifestarsi le contrazioni senza impiegar nulla di

estraneo all' animale, ma vi è sempre l' eterogeneità delle sostanze, che gli appartengono, perchè bisogna che vi sia contatto del nervo col muscolo.

XXVI. Dopo aver preparato una sola coscia, come si vede (fig. 18.) in modo che il nervo crurale *n* sia bene spogliato, avvicinate un altro pezzo del nervo staccato dall' altra coscia, e spingendolo con un tubo di vetro fategli toccare in una volta il nervo *n* ed il muscolo *m*. Basta questo contatto per eccitar delle forti contrazioni.

XXVII. Fate la stessa preparazione di sopra, ma invece di spingere il pezzo di nervo staccato *nd* in modo che tocchi in una volta il nervo crurale *n* ed il muscolo *m*, fatelo toccar soltanto in due punti differenti del medesimo nervo (fig. 19). La coscia resta in riposo, nè si ha alcun effetto galvanico.

Se queste differenti esperienze non riesciranno tutte la prima volta che si tentano, non si giudichi per questo sull' esattezza de' Fisici che l'han pubblicate, giacchè è più ragionevole sospettare sui mezzi impiegati e far le prove sopra altre rane: e se la lor preparazione offre molte sorgenti di variazioni negli effetti, ve ne è una più grande nella differenza della loro eccitabilità Posson riguardarsi questi animali come tanti elettrometri che non sono egualmente sensibili, onde gli effetti debbon risentirsi di tal differenza, e uno si espone a tirar delle false conseguenze se non siam cautelati. Ed è questa appunto una delle gran cause di tante asserzioni contradittorie da ogni parte pubblicate sulle

esperienze galvaniche. In generale si vuol troppo concludere, e non si guarda alle cause modificanti. Le esperienze fin quì descritte riescono per la maggior parte su gli animali *a sangue caldo*, come in principio provò Galvani coi suoi saggi tentati sui polli, sui castrati, sui conigli ec., e come lo ha poi dimostrato il di lui nipote Aldini sopra ogni specie d'animali: ma quando vogliam fare delle esperienze di ricerca e moltiplicarle, niun animale merita la preferenza sulle rane e per la facilità di procurarsele e prepararsele, e per la grande eccitabilità.

## SEZIONE II.

### Dell' elettromotore di Volta

*Apparecchi ed esperienze che lo condussero a questa scoperta.*

Le esperienze descritte nella passata Sezione ci han mostrato de' moti convulsivi prodotti a piacere sopra animali recentemente privati di vita ogni qualvolta si stabiliva un contatto dei nervi ai muscoli dell' animale. Quest' effetto è più costante e più sicuro quando si fa questa comunicazione per mezzo d'una sostanza metallica, e non fallisce giammai quando si fa per mezzo di due metalli differenti. E' fuor del mio piano il presentar quì tutte le opinioni dei Fisici sulle cause dei fenomeni galvanici, ed io non debbo parlarne che per far conoscere l'origine e il motivo delle esperienze che mi restano a descrivere. I primi fe-

nomeni osservati da Galvani non lasciavano alcuna incertezza sulla causa che gli produceva, perchè ciò sempre succedeva per mezzo delle esplosioni d' elettricità de' suoi strumenti o delle nuvole; ma quando le sue ricerche lo condussero a produr questi moti convulsivi sui medesimi soggetti per mezzi che sembravan non aver nulla di comune coll' elettricità, non ne fu più tanto facile la spiegazione, e il genio degli osservatori si rese più attento. Galvani credè di trovare nelle sue numerose osservazioni delle prove dell' esistenza di un fluido nervoso, che comparaiva al fluido elettrico per la maniera con cui si metteva in equilibrio dai nervi ai muscoli, ma che riguardava come residente naturalmente nell' animale e come a lui proprio. Fece egli molte ricerche per assicurarsi se più particolarmente appartenesse questo fluido ai nervi o ai muscoli; ma non potendo risolver la questione con esperienze decisive, si attenne a riguardare i muscoli come una specie di boccia di Leida, la cui parte interna fosse sempre carica d' elettricità che costantemente tendesse a ristabilirsi in equilibrio sulla superficie esterna. A questo ristabilimento procurato da una sostanza conduttrice attribuiva i moti veduti, onde nella sua ipotesi i nervi non erano che conduttori. Una tale spiegazione fu adottata da molti Fisici, e il Professore Aldini ha dipoi travagliato indefessamente per viepiù fortificarla e per difenderla dagli attacchi fatti contro di essa da altri Fisici non meno egregj, alla testa de' quali trovasi il celebre Professore di Kiel il dotto Pfaff, che

rigettò la comparazione fra le superficie de' muscoli della rana e quelle della boccia di Leida o d'un quadro elettrico. Fu essa infatti vittoriosamente combattuta dalle esperienze, in cui si vedevan le contrazioni coll'applicar le due armature soltanto sul nervo spogliato benchè ancora unito al membro a cui si distribuiva: nel qual caso l'effetto non poteva essere attribuito alla scarica dall'una all'altra superficie.. Valli ammettendo l'esistenza d'un elettricità inerente all'animale differiva da Galvani in questo, che egli riguardava la superficie esterna de' muscoli come il serbatoio di quest' elettricità che tendeva a spandersi sulla superficie interna. Volta stesso avea sul principio ammesso lo stato abituale d'elettricità nell'animale, ma invece di farla muovere dall'una all altra superficie de' muscoli, come Galvani e Valli, paragonava i muscoli alla superficie carica, e i nervi alla superficie spogliata del quadro elettrico: così i nervi ricevevano la scarica in ogni comunicazione fatta fra essi ed i muscoli. L'esperienza di Pfaff attaccava egualmente tutte queste maniere di concepire il fenomeno, poichè lo mostrava senza porre comunicazione fra i nervi e i muscoli, o da una superficie all'altra del medesimo muscolo. In mezzo a tali discussioni e dopo tutte queste ricerche Volta cercando la sola condizion necessaria, la condizione senza la quale non si eran mai avuti movimenti muscolari, cioè *l'eterogeneità di due sostanze*, studiò ne' metalli gli effetti di questa eterogeneità, e giunse alla scoperta del suo *Elettromotore*. Il 1.° artico-

lo presenterà le esperienze con cui vi giunse, e il 2.° conterrà la descrizione de' due apparecchj che egli costrusse dietro agli stessi principj, e della maniera di servirsene.

## ARTICOLO I.

*Esperienze di Volta sugli effetti elettrici risultanti dal contatto de' metalli eterogenei.*

D*escrizione degli apparecchj*. FL è (fig. 21) una boccia quadrata di cristallo, donde si è segato la base per sostituirvene una di rame, nella quale si fissa col mastice la boccia. La sua bocca *o* è munita d' una ghiera di rame, su cui si avvita il pezzo *a* (fig. 22) fatto in modo che nella sua parte superiore *t* possa ricevere un altro pezzo qualunque che voglia stabilirsi sull' istrumento, e che nella sua parte inferiore riceva un piccolo fusto, a cui sian sospese a parallelismo per quanto è possibile due pagliuzze mobili *pp* per mezzo d' un anello di fil metalico libero che s' introduce nella parte superiore. Una faccia della boccia presenta una graduazione *gg* sul vetro stesso, e sopra due lati paralleli sono incollate due lame di metallo *ll* nelle pareti interne dalla base fino alla metà dell' altezza. Tale è l' elettrometro a paglia di Volta fatto da lui costruire a Parigi dal Sig. Dumotiez, uomo che da lungo tempo è in possesso di somministrare ai Fisici ciò che posson bramare per darsi alle loro ricerche. D*c*, D*z* (fig. 23) son due dischi di metallo, il primo

di rame rosso e l'altro di zinco; al centro di una delle lor superficie si avvita un fusto di vetro *t* per mezzo di cui può muoversi il disco senza toccare il metallo. La superficie opposta dee essere appianata perfettamente in modo che presentando i due dischi l'uno all'altro possano essi toccarsi per quanti punti è possibile.

I. Prendete per il loro manico isolato i due dischi D *c*, D *z*, applicateli per un istante l'uno all'altro colla lor superficie piana (fig. 24.), e separandoli in seguito in un tratto nel senso dell'asse de' dischi presentate D *z* al bottone *b* (fig. 25.) dell' elettrometro. Il disco cederà all' elettrometro una porzione dell' elettricità che avea acquistata per il suo contatto col disco D *c*, e quest' aumento d' elettricità nell'elettrometro sarà segnato da un leggiero allontanamento delle pagliuzze.

*Osservazione sull' esperienza e sugli apparecchj*. L'esperienza descritta è esatta, ma non è costante, e che per la prima volta cercherà di ripeterla resterà fuor di dubbio maravigliato di non la veder riescire ad onta di tutte le diligenze ed attenzioni, e perciò credo di dover quì presentare alcune osservazioni proprie a risparmiar l' imbarazzo di chi non ne vedesse il successo. Ho avuto a mia disposizione molti elettrometri di simil genere con avere scelti quelli che mi eran sembrati i migliori, ed ho con essi fatto un gran numero d' osservazioni e di ricerche, che mi hanno fatto vedere in quest' istrumento delle variazioni e delle irregolarità capaci di sviare l' osservatore

il più attento e stancare lo sperimentatore il più ardente. Di 4. elettrometri da me usati in una volta ve ne era un solo che fosse costantemente elettrico. Le paglie avevan sempre un allontamento, che da principio avevo riguardato come un effetto di lor configurazione naturale, o del modo con cui erano state montate. Ma quando volli servirmene, trovai degli effetti lontanissimi e per lo più contrarj a quelli che mi aspettavo. Questo primo esame mi fece sospettare dello stato elettrico delle paglie, e ne restai convinto, quando svitando il pezzo a cui son esse sospese, le vidi molto meno allontanate l' una dall' altra quando eran fuori della boccia, e le vidi riprendere questo allontanamento a misura che ve le introducevo nuovamente: e non ostante che io ripulissi, lavassi, asciugassi l' interno e l' esterno dell' elettrometro, lo lasciassi aperto esposto all' aria di notte e di giorno, pure quando in esso già asciutto rimettevo il giorno dopo le pagliuzze al loro sito toccandole con tutta la diligenza possibile, le vedevo sempre divergere; non l' ho potuto mai avere nello stato naturale, onde ho dovuto rinunziare a servirmene. Gli altri erano in generale sì sensibili che bisognava toccarli colla maggior precauzione per evitare che divenissero elettrici prima dell' esperienza. Colla vernice di cui si rivestono per meglio isolarle si dà alle paglie un elettricità, che senza produrre un allontanamento sensibile le rende meno capaci di accusare esattamente quella che lor vogliamo dare; ed è lo stesso se invece di toccar la vernice si confrica una parte qualun-

que della boccia e principalmente sulla graduazione. Bisogna nel lasciarle evitare che i diti con cui si tenevano, producano sfregamento. Il piano ancora sul quale si pone l' elettrometro, la maniera anche di posarlo bastano in certi casi per renderlo elettrico. Dopo avere lasciate le paglie per una notte su un tavolino dipinto a olio le vedevo divergere con un elettricità negativa se levavo l' elettrometro con un poco di lestezza tenendolo per il suo bottone, e conservava l' elettricità molto dopo anche in mia mano. Le paglie ordinariamente divergevano con un elettricità positiva, quando avevo appoggiato l' istrumento con un poco di forza, ma senza sfregamento, sopra un tappeto, sopra un pezzo di lana, sopra del legno non dipinto; l' allontanamento non compariva in tutti i casi che nel momento della separazione, ma le paglie non eran meno in uno stato elettrico al solo posar l' istrumento. Quelli poi de' miei 4 elettrometri che mi avevano presentata maggior regolarità, spesso la perdevano ad un cangiamento sopravvenuto all' atmosfera: l' esperienze che mi eran riescite benissimo e che avevo ripetuto con essi la mattina, la sera stessa non mi riescivano più. Fra i 4 che possedevo ne trovai uno di cui fui molto soddisfatto per la sua costanza nel darmi i medesimi risultati. Con esso non solo ripetei l' esperienze tutte di Volta, ma ancora le variai e le esaminai sott' altri punti di vista. Dopo tutto ciò non si dovrà farsi maraviglia di non sempre ottenere, e di seguito, l' effetto veduto nella I. esperienza. Vi bisogna un tempo favorevolissimo,

un elettrometro scelto, e le maggiori diligenze per averlo nello stato naturale quando si vuole esperimentare. Eccovi un mezzo facile per riconoscere il buono stato dell'istrumento. Posto (fig. 25) sopra un sopporto l'elettrometro F L da non doverlo più muovere, prendo un bastone di cera stropicciato leggermente, e lentamente l'avvicino al bottone dell'elettrometro fissando gli occhi sulle paglie. Appena le veggo allontanarsi, allontano il bastone; e le pagliuzze ritornano l'una verso l'altra senza toccarsi. Fo l'istesso con un bastone di vetro; e se ottengo lo stesso effetto, son sicuro che l'elettrometro è nello stato convenevole. Ogni qualvolta sarà esso così disposto, si può ripetere l'esperienza di Volta con successo. Ma non si creda che l'allontanamento delle paglie sia grande, poichè anche nelle circostanze più favorevoli non è sensibile, che per frazioni di *linea*, difficili ad osservarsi se gli occhi non vi si sono esercitati, benchè si renda esso sensibile coi mezzi secondarj che poi diremo. Nell'esperienza suddetta l'allontanamento non deve essere secondo Volta che d $\frac{1}{60}$ di grado. „ Una tale elettricità è poca cosa (dice questo celebre Fisico), nè soddisfà chi brama veder le cose in grande; ma è facile averne degli effetti più rimarcabili „. Al qual oggetto debbono usarsi i mezzi che ora descriveremo.

*Condensatore*. $C^1$ $C^2$ (fig. 26) son due dischi o piatti d'ottone. Al centro di una delle lor superficie s'eleva una piccola vite *v* per poter fissare $C^1$ sull elettrometro F L (fig. 25) e adattare a $C^2$ un fusto isolante. L'altra su-

perficie d'ogni piatto è rivestita d'un leggierissimo strato di una veruice resinosa. Questi due piatti così preparati formano il condensatore inventato da Volta per render sensibili le minori quantità d'elettricismo accumulandole insieme; e in tal modo può valutarsi quello che vien prodotto dal contatto de' due piatti **D** *c*, **D** *z* (fig. 24) impiegandoli nel modo seguente.

II. Avvitate nel postodel bottone *b* dell' elettrometro **FL** (fig. 25) il piatto $C^1$ e ponetevi sopra il piatto $C^2$ (fig. 27); quindi prendete i dischi **D** *c*, **D** *z* per il loro fusto isolante, uno per mano, applicandoli l'uno all'altro per la lor superficie piana (fig. 24); subito dopo la lor separazione applicate **D** *z* sopra $C^2$, e intanto toccate la superficie interiore di $C^1$ colla mano che teneva **D** *c*, e posate i due dischi prendendo per il suo fusto isolante il piatto $C^2$, che eleverete perpendicolarmente e con un moto un poco violento. L'elettromotore avrà acquistata un elettricità che si manifesterà per mezzo d'un allontanamento più sensibile che nell' esperienza I.

III Coll'istesso apparecchio ripetete i contatti di **D** *c*, **D** *z* fra loro, e ogni volta anche di **D** *z* sopra $C^2$, badando di toccare nel tempo stesso il di sotto di $C^2$, e di far toccare **D** *c* a un corpo qualunque non isolato, prima di ripresentarlo a **D** *z*. Appena separerete i due piatti del condensatore, elevando $C^2$ per il suo fusto isolante, avrete un allontanamento tanto più grande quanto più numerosi saranno stati i contatti. E per conoscere quale specie d'elettricità si è prodotta in queste esperienze, si presenta alle pagliuzze che diver-

gono un tubo di vetro o un bastone di cera leggermente confricati: il tubo di vetro le fa ravvicinare quando sia negativa o resinosa, e le fa allontanar di più se sia positiva o vitrea; il bastone di cera produce l'effetto inverso. Così si vedrà che il contatto di D*z* sopra C[1] produce costantemente un'elettricità differente da quella che produce il contatto del disco D*c* (1). Nelle esperienze seguenti si hanno gli stessi effetti in un modo meno imbarazzante.

IV. Prendete due dischi di metallo, rame e zinco, D*c* e D*z* (fig. 28) unendoli insieme da una loro estremità con una vite di pressione, o con una saldatura in modo che sian fissi l'uno all'altro, e che possiate levarli insieme non ne toccando che uno: allora prendendo il pezzo D*z* nel punto *z* fate toccare il pezzo D*c* alla superficie superiore di C[2] (fig. 27) toccando coll'altra mano la superficie inferiore di C[1], o facendo comunicar questa superficie col suolo per mezzo d'un buon conduttore. Dopo aver lasciato il tutto per un momento in questo stato, fate cessare il doppio contatto, e subito separate i due pezzi del conduttore levando verticalmente C[2]. Vedrete allon-

(1) Ogniqualvolta dovrò parlare di queste sorti di effetti della cera e del vetro, impiegherò indifferentemente le espressioni di *positiva* o *negativa*, *vitrea* o *resinosa*, perchè non posso parlare che il linguaggio già ricevuto: ma si vedrà nella mia *Nuova Teoria dell' elettricismo* coronata dall'Accademia di Montauban da pubblicarsi quanto prima, che questi effetti in apparenza contrarj, e che hanno fatto ammettere l' esistenza di due fluidi, son prodotti indifferentemente e in una volta o dal vetro o dalla resina, il che non indica due cause differenti.

tanarsi le pagliuzze sensibilmente, che al presentar loro un tubo di vetro confricato si avvicineranno; il che mostra un'elettricità negativa o resinosa.

V. Ripetete la stess'esperienza rovesciandola, cioè tenendo la coppia de' dischi unita per il punto D, e posandola sopra $C^2$ per il punto *z* leverete inutilmente il disco $C^2$, perchè dopo un tal contatto non avrete nè allontanamento sensibile, nè elettricità prodotta.

VI. Ma se sul piatto $C^2$ ponete un pezzo di cartone o di drappo bagnato, e sopra di esso facciate riposare la coppia per il medesimo punto D*z*, come sopra, avrete un allontanamento, che ora sarà l'effetto d'un'elettricità positiva, come può uno convincersene col metodo già accennato.

VII. Dopo avere esaminato il grado d'elettricità che vi dà il contatto de' due dischi riuniti D*c*, D*z* (fig. 28) preparate tre in quattro coppie simili, e mettendole l'una sull'altra esattamente nell'ordine stesso con separare ogni coppia per mezzo d'un disco di cartone o di drappo bagnato (fig. 29): fate riposare il tutto per un istante sul piatto superiore $C^2$ (fig. 27) toccando al solito la superficie inferiore di $C^1$; quindi come sopra levate verticalmente il piatto $C^2$. Voi avrete il primo allontanamento esattamente tante volte di quante avrete aumentato il numero delle coppie, di modo che se per una sola coppia aveste ottenuto un allontanamento di tre gradi, con due coppie ne avrete uno di sei, di nove con tre, di dodici con quattro ec., se non esattamente, almeno poco appresso. Tali son l'esperienze con cui il celebre Professore di Pavia è giunto a costruir quest'istrumento, che presenta un nuovo problema di Fisica,

di cui non credo essersi ancora dato una buona soluzione, e che può riguardarsi come la sorgente di una quantità enorme d'altre scoperte. Prima di descriverne la costruzione e gli effetti, credo di dover presentare sulle esperienze precedenti un'osservazione che ha per oggetto un altro pezzo dell'apparecchio galvanico. Ancor quì non si creda ad ogni esperienza di averne sempre il successo annunziato. Siccome nell'*elettrometro* si è veduta una gran causa di variazioni e di irregolarità, così ne ha una non meno feconda il *condensatore*. Come si vede è desso composto di due piatti, di C[1] avvitato all'elettrometro detto specialmente il *collettore*, e di C[2] a cui si avvita un fusto isolante. Ognuno di essi è inverniciato sulla superficie per cui deve essere in contatto coll'altro. È appunto questo strato leggiero di vernice che dà ai dischi la proprietà condensatrice coll'impedire all'elettricità sviluppata nell'uno di mettersi subito in equilibrio spandendosi sull'altro. Ora non è facile colpire il vero punto conveniente a tale effetto. Se vi si mette uno strato di cera di Spagna, come dice Volta, è impossibile il contare sopra qualche esattezza, e non si ha più un condensatore, ma una specie d'elettroforo che è reso elettrico dalla minima scossa, dal minimo sfregamento, e che perciò dà risultati equivoci. Dall'altra parte se ci contentiamo di un leggerissimo strato ordinario, spesso accade che la vernice non copre esattamente tutta la superficie, e che i due dischi si toccano immediatamente per alcuni punti diseguali e lasciati scoperti, o che almeno i suoi punti non sono abbastanza distanti gli uni dagli altri: nel qual caso essi condensano

imperfettamente e talora punto. Se il primo strato non basta, non si può mettervene un secondo senza renderlo molto diseguale, perchè bisogna scaldar di nuovo il pezzo, e l'alcool in cui è disciolta la gomma, svaporando prestissimo e disegualmente, la gomma si rammassa, e lascia degli spazj vuoti alzandosi troppo sopra altri punti. L'arte di bene inverniciare a tale oggetto è addietro assai, onde non è facile avere dei buoni piatti per un condensatore. Me ne accorsi sin da quando per la prima volta volli ripetere le esperienze già descritte: benchè avessi letto attentissimamente i diversi scritti di Volta, e avessi consultato molti bravi Fisici, alcuni dei quali avevano sperimentato con Volta stesso, avevo un bel seguire tutte le indicazioni con tutta l'esattezza di cui ero capace, che non accadeva l'effetto bramato, o mi si presentava tanto incompleto, che non potevo esserne soddisfatto. Finalmente l'artista stesso diretto da Volta nella costruzion di questo apparecchio a cui feci parte delle difficoltà che provavo, mi disse ingenuamente che non aveva mai veduto riuscir bene tale esperienza, e che quasi tutti coloro a cui aveva fatto l'apparecchio, gli avevan manifestato lo stess'imbarazzo. Quantunque una tal confessione non fosse da incoraggirmi, tuttavia volendo piuttosto persuadermi dell'insufficienza de' mezzi impiegati che sospettare un'inesattezza in Volta e in chi mi assicurava d'essere stato testimone dell'esperienza, continuai a far delle ricerche. Dopo molti tentativi quasi inutili mi decisi a far sciogliere un poco di gomma, e da me ne passai con un pennello sulla superficie superiore del collettore C', che lasciata asciugare

mi diede un pieno successo, col ripeter l'esperienza anche più volte di seguito; ma presto tutto divenne incerto, mentre l'effetto ora mancava, e ora ricompariva. Nel cercar la causa di tal variazione considerai che in tutte le separazioni operate avevo spesso cangiato la posizion respettiva de' due pezzi del condensatore. Andai allora tentando per ritrovare una posizione favorevole, e ritrovata che l'ebbi feci sui due pezzi un segno di richiamo, precauzione ottima perchè non mi mancò mai l'esperienza finchè posi i due piatti assolutamente nell'istessa posizione. La qual cosa mi convinse, che non avrei avuto bisogno di tante precauzioni se l'istrumento fosse stato inverniciato egualmente, e che a questa sola ineguaglianza dovevo il non successo de' miei primi tentativi. Quando poi non si trovasse una tal positura bisognerà provvedersi di nuovi pezzi da condensatore.

Gautherot, il quale dacchè si è conosciuto in Francia il Galvanismo se ne era occupato con una costanza ben rara, e che già avea avuto molti risultati interessanti, aveva provato tanta irregolarità negli effetti ripetendo l'esperienza fondamentale di Volta, che credè poterne concludere in una Memoria letta all'Istituto, che l'elettricità ottenuta in quest'esperienza era dovuta all'urto ripetuto dei due dischi, o alla conversione del condensatore in elettroforo e non già al semplice contatto di due metalli. Io risposi alle objezioni di Gautherot coll'esperienze seguenti in una seduta della Società Galvanica.

I. Cominciando dall'assicurarmi del buono stato del mio elettrometro, avvitai sulla sua cima il piatto C', e dopo averlo lasciato per qualche

tempo sormontato da $C^2$ (fig. 27) levai questo per il suo fusto isolante per esaminare se il condensatore faceva la funzion d'elettroforo; ma non vidi divergenza alcuna per tre volte che ripetei il tentativo. Allora tenendo colla destra D *z* l'elevai all'altezza di $C^2$, e prendendo D *c* per il suo manico isolante lo posi in parte sopra $C^2$ e in parte sopra D *z* (fig. 30), dove lo lasciai per toccar colla sinistra la superficie inferiore di $C^1$; dopo il qual contatto levai D *c* e poi $C^2$. Le pagliuzze divergerono nel medesimo istante per una elettricità negativa, poichè si facevan ravvicinare l'una all'altra presentando loro un tubo di vetro leggermente confricato. Dunque D *z* ha levato dell'elettricità a D *c*. Gautherot avendo ripetuto l'esperienza non la credè più concludente delle altre, perchè non otteneva l'effetto che quando toccava il disco D *z* coi diti, come pure il piatto $C^1$ del Condensatore; il che faceva pensargli che vi avesse molto che fare l'umidità de'diti, perchè non otteneva l'effetto che con una tal circostanza; onde trovava la vera sorgente dell'elettricità così prodotta, non nel semplice contatto de'metalli, ma nella decomposizione di quell'umidità per mezzo de metalli. Mi vidi dunque obbligato a semplicizzare i mezzi, e a ridurli al solo contatto de'due dischi D *c*, D *z* nella maniera seguente.

II. Invece di avvitare sull'elettrometro uno de'piatti del condensatore $C^1$, avvito il disco D *c*, su cui pongo D *z* tenendolo col suo manico isolante, e posandolo con precauzione per evitare ogni idea di urto; e dopo averli lasciati l'un coll'altro in contatto levo verticalmente D *z*. Le paglie

provano una divergenza, che viene aumentata dall'avvicinamento d'un bastone di cera, mentre l'avvicinamento d'un tubo di vetro la fa diminuire. Dunque D*z* ha levato dell'elettricità a D*c*.

III. Roverscio ora l'esperienza avvitando sull'elettrometro D*z* in vece di D*c*, e questa volta pongo questo sul primo nel modo stesso, e colle stesse precauzioni di sopra, e dopo averli lasciati per un momento l'un coll'altro in contatto levo verticalmente il disco D*c*. Le paglie s'allontanano, come sopra, ma per un'elettricità contraria, perchè avrete un effetto totalmente opposto se presentate il tubo di vetro o il bastone di cera, giacchè s'allontaneranno di più all'avvicinare del primo per poi ravvicinarsi quando si rimuoverà, e si ravvicineranno alla presenza del secondo per diverger di nuovo quando si rimuoverà il bastone. Dunque il disco D*z* ha levato dell'elettricità dal disco D*c*. Quì non vi è nè condensatore, nè umidità, nè urto, nè sfregamento, a cui si possa attribuire l'elettricità prodotta; non vi è assolutamente che un contatto dei due metalli: onde l'esperienza è ridotta ai suoi elementi più semplici, e però può fare impressione sugli spiriti i più alieni dall'attribuire l'elettricità al solo contatto di due metalli. Prevengo chiunque vorrà ripeterla, che non può contare sul buon successo finchè non avrà messo l'elettrometro nella disposizione già da me descritta, cioè a *o* d'elettricità. Così l esperienza non mi è mai mancata, almeno nei tempi che non sono contrarissimi agli effetti galvanici.

# ARTICOLO II.

## *Degli Apparecchi elettromotori.*

Abbiam veduto le esperienze fondamentali che han condotto Volta alla costruzion de' suoi due apparecchi elettromotori, fondati ambedue assolutamente sugli stessì principj non differenti fra loro che nella forma. Questi due apparecchi furon dal suo inventore chiamati, l'uno *corona di tazze*; l'altro *apparecchio torpedinale*, come se la disposizione degli organi elettrici della *torpedine* gliene avesse somministrata l'idea o il modello: gli descriveremo nei due §§. seguenti.

### §. I.

### *Apparecchio a corona di tazze.*

A, B, C (fig. 31) son tazze di cristallo o di porcellana poste in circolo l'una accanto all'altra lasciando fra loro un piccolissimo spazio: *a*, *b* *c*, (fig. 32) son lame di metallo curvate in arco, le di cui branche sono una di rame e l'altra di zinco; la lor curvatura è di una dimensione da far sì che una delle branche si profondi in una tazza, e l'altra nella tazza seguente: invece di fare questi archi metallici si possono unire insieme due dischi, un di rame e l'altro di zinco con un grosso fil di metallo arrendevole in modo da permettere di porre uno de'dischi in una tazza, e l'altro nella tazza vicina, come si vede (fig. 33). Poste le tazze in tondo quando si vuole impiegarne un certo numero, si pone nella prima la lama *c* d'un

arco, o il disco *c* d'una coppia, e la lama *z* del medesimo arco entra nella seconda. In questa medesima seconda tazza si mette la lama *c* del secondo arco, la di cui lama *z* va a entrar nella terza, e così di seguito sempre nell'ordine stesso: cosicchè ogni tazza ha in se due lame, una di rame e l'altra di zinco, senza però che si tocchino e che appartengano a due archi differenti. Le due ultime tazze non debbon avere che una lama per non chiudere il circolo interamente. Disposti in tal modo i pezzi da usarsi non si dee far altro che versare in ogni tazza una certa quantità d'acqua salata, o meglio, d'una dissoluzion di muriato d'ammoniaco, e l'apparecchio è in istato di far le sue funzioni.

## §. II.

### *Apparecchio torpedinale o a colonna.*

**D**$^1$, **D**$^2$, **D**$^3$ (fig. 34) son dischi d'argento o di rame di due in tre millimetri di grossezza, e di quattro in cinque centimetri di diametro. **P**$^1$, **P**$^2$, **P**$^3$ son dischi di zinco delle stesse dimensioni; e r$^1$, r$^2$, r$^3$ sono altrettanti tondi di drappo o di cartone, il di cui diametro deve al più essere eguale a quello de'dischi di metallo, ma meglio un poco minore; *dp*, *dz* son dischi doppj l'uno di rame e l'altro di zinco. S (fig. 35) è uno zoccolo di legno di diametro doppio di quello de'dischi metallici, nel centro del quale è segnato un circolo d un diametro un poco più grande di quel de'dischi, in cui si iscrive un triangolo equilatero. Alla punta d'ogni angolo si fissa un piccol

pezzo di rame atto a ricever la vite di una ghierina di rame, di cui sono armati alle estremità i fusti di vetro *t i v*. C P (fig. 36) è un disco di legno con tre aperture corrispondenti ai fori dello zoccolo per ricevere il vertice de' fusti di vetro, e per fissarveli coi bottoni *b b b* fatti a tal effetto. Ora ponete in una dissoluzione di soda o d'ammoniaco tanti tondi di drappo quante son le coppie metalliche che volete adoprare, e mentre queste se ne imbevono disponete a coppia i dischi in modo che ogni disco *zinco* si trovi sul disco *rame* o *argento*. Ponete sullo zoccolo il doppio disco di rame *d p* in modo che essendo *d* nel centro si avanzi *p* a diritta sullo zoccolo. Sul disco *d* mettete una lastra di zinco e poi un tondo di quelli che sono nella dissoluzione salina. Avvitate sullo zoccolo i fusti di vetro *t i v*, e sul tondo di drappo da voi posto sul primo disco di zinco ponete una coppia metallica di quelle che avrete già preparate: su questa seconda coppia ponete un altro tondo, e così di seguito. Quando la colonna sarà montata, fissate i fusti di vetro passando le loro estremità superiori per le aperture del disco di legno C P destinato a riceverle, e fermatele avvitandovi i bottoni *b b b*. L'apparecchio è allora in pronto per fare le sue funzioni, come si vede (fig. 47).

Ognuno vede che gli apparecchi a corona di tazze e a colonna son formati degli stessi elementi *rame*, *zinco*, e *sostanza umida* che separa ogni coppia metallica; son pure gli stessi gli effetti: onde non differiscon che nella forma, la quale rende più comodo or l'uno or l'altro apparecchio secondo la diversità delle esperienze da eseguirsi.

Gli effetti da essi prodotti son numerosissimi e varissimi: nella sezione seguente si vedran descritti gli strumenti e i mezzi impiegati sin quì per riprodurli e per esaminarli sotto diversi punti di vista.

## SEZIONE III.

### *De' diversi apparecchi per i varj effetti dell' elettromotore di Volta.*

L'*elettromotore* di Volta divenne subito fra le mani de' più dotti Fisici d Europa una sorgente feconda di fatti nuovi al pari dell' apparecchio; per chiunque se ne servì il primo fu una miniera di scoperte, in cui non dovea ognuno che presentarsi per aver qualche nuovo risultato: e il numero ne è divenuto sì grande che si rende necessaria una classificazione non solo per facilitarne l'esame, ma anche per offrirne in ogni parte alcune pietre di collegazione che possan servire a legare ai fatti già conosciuti quelli che in seguito si scopriranno. Ora a mio parere ci presenta questo doppio vantaggio la classificazione in effetti *fisici*, *chimici*, *fisiologici*, e perciò con quest' ordine esaminerò in tre articoli differenti tutti gli effetti dell' elettromotore.

## ARTICOLO I.

### *Degli effetti fisici dell' elettromotore.*

Le esperienze di Volta ci hanno mostrato come questo celebre Fisico era giunto ad accumulare

nello stesso strumento la somma d'elettricità prodotta da ogni coppia di dischi. Esamineremo adesso come essa si distribuisce nell'apparecchio, e come si comporta nelle comunicazioni stabilite fra le sue parti. Ecco l'oggetto de' dieci paragrafi che compongon quest'articolo.

## §. I.

### *Esperienza per riconoscer lo stato elettrico dell'estremità dell'elettromotore.*

Per conoscer lo stato elettrico dell'una e dell' altra estremità dell'elettromotore si fa uso d'un *condensatore* e d'un *elettrometro*. Descrivo a tal oggetto 1.° un altro condensatore, di cui siam debitori a Volta, più comodo del già descritto; 2.° il migliore elettrometro non abbastanza ancor conosciuto, cioè la *Bilancia elettrica di Coulomb*.

### *Primo Condensatore di legno.*

AB (fig. 37) è un tondo di legno bene stagionato, del diametro di circa 25 centimetri, e di 0, 03 di grossezza. È desso formato di più pezzi di rapporto bene uniti e incollati, e in tutta la sua grossezza all intorno vi si fa una scanalatura come in una puleggia. Se ne ricopre la superficie più spianata che è possibile, d'un taffettà ingommato fortemente fissandone il contorno nella scanalatura della grossezza del tondo, procurando di stenderlo bene sul piano prima di serrare interamente la corda che dee così fissarlo. Questo fa le funzioni di *collettore*. PM è un piatto d'ottone

d'un diametro un poco minore di quello del collettore, nel centro della cui superficie superiore si fa una piccola vite per adattarvi un fusto di cristallo *ti*, con cui si possa muovere il piatto senza toccarlo immediatamente.

Per servirsi di quest'apparecchio si fa comunicar colla terra il piatto di legno ponendo la sua superficie inferiore sopra un corpo conduttore, o tenendolo da se sulla palma della mano non isolata. Quindi si posa il piatto P M sul taffetta ingommato, il qual piatto così sostenuto si mette in contatto col corpo di cui vuol sapersi lo stato elettrico. Poichè l'elettricità che si spande sul piatto P M per questo contatto non è trasmesso dalla superficie ingommata di A B, vi si raccoglie per dir così, e si può trasportarla sopra un altro corpo presentandogli P M, che si leva di sopra A B per il suo manico isolante.

*Bilancia elettrica di Coulomb.*

C V (fig. 38) è un gran cilindro di vetro sulle cui pareti è scolpito o incollato un circolo *cg* diviso in 360°: invece d'un cilindro si può fare una specie di cassetta a quattro piani di cristallo con fissarvi nell interno il circolo suddetto. P S (fig. 39) è un piano di vetro di diametro un poco più grande di quel del cilindro C V, che è destinato a coprire. Questo piano circolare è scavato in *a m n* per di lì introdurre certi corpi nel cilindo C V quando lo coprirà. Nel centro del medesimo trovasi un apertura rotonda *or* destinata a ricevere il gran tubo di vetro G T (fig. 40), che vi si fissa verticalmente per la sua estremità inferiore munita per

ciò d'una ghiera. All'estremità superiore di questo medesimo tubo s'introduce e si fissa col mastice la ghiera a orlo VR (fig. 41), destinata a ricevere a confricazione il tubo di rame TC (fig. 42), che porta un piano circolare di metallo *mn* diviso sul suo campo in 360°, ed è aperto nel suo centro per ricevere il bottone BS: il qual bottone inferiormente termina a pinzetta *p*, che si serra a guisa di matitatojo con un anello scorsojo *a*; essa è destinata a tener sospeso un filo. L'estremità inferiore di questo filo è presa da un'altra pinzetta *pi* (fig. 43), ma il filo è quì per il suo mezzo attraversato dall'ago orizzontale *ag*, ed è inferiormente terminato da un piccol cilindro *b*, che col suo peso tende il filo. Il detto ago orizzontale *ag* è formato da *dag* d'una paglia vestita di cera di Spagna, e da *d* in *a* d'un piccol filo cilindrico di gomma lacca. All'estremità *a* è adattata una pallottola di midolla di sambuco dorata, e l'altra estremità termina in un pezzo di carta passato per la trementina, ivi posto col fine di mantenere l'ago *ag* nella sua posizione orizzontale servendo di contrappeso all'estremità *da*. B (fig. 44) poi è un'altra pallottola simile fissata all'estremità di un fil di rame attaccato ad un bastone di cera di Spagna *bi*. Finalmente *ga* (fig. 45) è uno spillone fissato al capo d'un altro bastone di cera di Spagna *mi*. Di tutti questi pezzi aggiustati insieme, come si vede (fig. 49) è composto l'apparecchio prezioso, a cui il suo inventore ha dato il nome adattatissimo di *Bilancia elettrica*.

*Principj su cui è costruita la Bilancia elettrica.*

Coulomb aveva in mira di così somministra-

re i mezzi di stabilir l'equilibrio fra una forza elettrica e un'altra forza qualunque, di cui le più piccole quantità fossero suscettibili d'esser misurate con molta precisione: la trovò nello sforzo che fa un filo per storcersi e per ritornare al suo stato anteriore alla torsione. Una piccola leva *pl* (fig. 46) sospesa orizzontalmente e per il suo mezzo ad un filo di seta o di metallo non può girare intorno al punto di sospensione *c* senza torcere il filo, il quale per storcersi farà uno sforzo tanto più grande, quanto più lontana sarà stata l'estremità della leva dal punto *b* in cui la torsione era nulla: e se si vuole impedire che l'estremità della leva ritorni a questo punto di riposo, bisognerà impiegare una resistenza capace di bilanciar lo sforzo di questo filo. In una memoria letta all'Accad. delle scienze nel 1784. Coulomb avea già determinato le leggi che segue quest'effetto da lui chiamato *forza di torsione*, ed aveva trovato che questa forza in un fil di metallo era in ragion composta dell'angolo di torsione, della 4.ª potenza del diametro del filo di sospensione, e dell'inversa della sua lunghezza, moltiplicando tutto per un coefficiente costante, che dipende dalla natura del metallo e che facilmente può determinarsi dall'esperienza. Del resto, tutte le cose eguali, lo sforzo di un filo torto è proporzionale all'angolo di torsione; cosicchè supposto di 30.° l'arco descritto dal punto *b* della leva *bb* (fig. 46) ed esprimendosi per *r* la resistenza capace di fare equilibrio a questa forza di torsione, se si raddoppia la torsione del filo portando *b* a 60°, bisognerà per aver l'equilibrio che la resistenza sia eguale a 2 *r*.

Quando si aggiustano tutti i pezzi di quest' apparecchio per metterlo in esperienza si procura di porre il coperchio in modo che la scanalatura corrisponda a o della graduazione del cilindro: si pone anche l'indice *rh* del micrometro BS sopra o della divisione, e si fa girare tutto il micrometro nel tubo verticale finchè la pallottola *a* del fusto orizzontale *ag* corrisponda a o della divisione del circolo, senza che il filo abbia sofferto la minima torsione. Allora s' introduce l'altra pallottola *b*, che si pone a contatto coll' altra *a* in modo che il punto di contatto corrisponda esattamente allo o della divisione del circolo. Così la bilancia è disposta per l' esperienze, e facilmente si vede, che i gradi a cui sarà portata la pallina *a*, per l' elettrizzazione di *b*, egualmente che i gradi che bisognerà far percorrere all' indice *rh* per ricondur la pallina *a* al suo punto di partenza, saranno la misura esatta dell' intensità del fluido elettrico separato.

*Uso de' due apparecchj per valutar la tensione elettrica.*

L' elettromotore AT (fig. 47) e la bilancia elettrica BE (fig 49) posti che siano sopra una tavola assai vicini l' uno all' altro per poter loro presentare successivamente il condensatore con facilità, si pone il disco di legno A del condensatore (fig. 48) sulla mano sinistra, e su questo disco si pone il piatto PM. Si presenta esso così all' estremità superiore dell' apparecchio in modo che il suo bottone sporto in fuori tocchi quello del disco superiore dell' elettromotore o il disco

stesso se è senza bottone: nel tempo medesimo si tocca colla mano destra bagnata il disco inferiore della colonna per la sua parte P che resta in fuori. Si fa poi cessar la comunicazione abbandonando in una volta le due estremità dell'apparecchio, e prendendo subito il piatto PM per l'estremità superiore del suo fusto isolante si fa toccare il suo bottone alla parte superiore del bottone *b* messo dentro alla bilancia elettrica. La pallina *a* è subito portata ad una distanza segnata dal grado a cui corrisponde sul circolo graduato dentro alla bilancia, e la differenza di questi gradi stabilisce quella delle quantità d'elettricismo riunito coi diversi contatti del piatto PM del condensatore colla tale o tal altra parte dell'elettromotore.

*Osservazione*. Benchè la bilancia da noi descritta sia sicuramente l'elettrometro il più esatto, tuttavia siamo ancor lontani dai risultati costanti, e di rado si otterrà due volte di seguito lo stesso grado d'allontanamento con egual dose d'elettricità; il che dipende 1.° dal condensatore, 2.° dall'elettrometro stesso.

1.° Questo condensatore è quasi tanto ineguale nella sua maniera d'agire quanto il già descritto. Per poco che si maneggi cessa d'esser lo stesso, diviene elettrico al minimo sfregamento, una pressione più o men forte cangia qualche cosa nel suo stato, bisogna star sempre in guardia quando se ne fa uso, e malgrado le precauzioni le più minute non si può evitare qualche alterazione nella sua maniera d'agire quando se ne fa uso più volte di seguito. La maniera di tenerlo sulla mano quando si presenta all'elettro-

motore, la maniera di stabilire il contatto fra il suo bòttone in fuori e il disco superiore dell'apparecchio, la maniera di separare i piatti, la maniera finalmente di presentare quel di metallo all' elettrometro, tutto ciò presenta altrettante cause di variazioni negli effetti. Chi vorrà servirsi di quest'apparecchio legga attentamente una Memoria col titolo „ *Ricerche fisiche sulla questione* „ *Qual è l' influenza dell' ossidazione sull' elettricità sviluppata dalla colonna di Volta?* „ (Annali di Chimica), dove troverà de' dettagli istruttivi sulla maggior parte delle sorgenti degli errori, e vedrà con qual diligenza il cel. A. il citt. Biot è giunto a procurarsi dei risultati *quasi* paragonabili.

2.° A queste cause di variazioni per parte del condensatore si devono aggiunger quelle dell'elettrometro stesso. Dopo aver portato una prima quantità d'elettricismo sulla pallina dell'elettrometro *b* e sulla pallina dorata *a*, non è cosa si facile il rimetter l'uno e l'altro pezzo nel medesimo stato in cui essi erano avanti il primo esperimento; e intanto bisognerebbe poterlo fare per potergli paragonare il secondo. Ho spesso occasion di convincermi che non basta toccare e maneggiare il bottone e la pallina per levar loro l'elettricità acquistata e per rimetterli a o ovvero allo stato almeno in cui erano. È vero che l'elettricità loro restata non è sensibile, e che la pallina dorata ritorna al contatto col bottone: ma dopo una prima operazione la sua disposizione all' allontanamento non è la stessa, e per lo più richiede una minor quantità di fluido, e talora una maggiore. Farò meglio comprender

la mia idea con dire, che ci vuol meno liquido per riempire un vaso che ne ha già contenuto. Queste differenze divengono tanto più grandi quanto più piccole sono le quantità impiegate.

*Uso dei detti apparecchj per osservar la specie d' elettricità prodotta ad ogni estremità della colonna.*

I. Per questa esperienza è buono del pari l'elettrometro a paglia e la bilancia elettrica, anzi quì il primo è più comodo.

Si presenta il bottone del piatto PM in modo da metterlo in contatto col disco superiore della colonna, mentre questo piatto riposa sul tondo di legno A, che si tiene sulla propria mano sinistra stesa. Nel tempo stesso si tocca colla destra la lastra inferiore *p*, e facendo cessar questi due contatti in una volta dopo un momento si separa verticalmente il piatto PM prendendolo per il suo manico isolante per presentarlo al bottone dell' elettrometro. Subito le paglie divergono, e se si esamina qual'è la specie d'elettricità che le fa diverger così, si trova che, nel caso di cui abbiam parlato, cioè quando la colonna termina in alto con un disco *zinco*, si trova che si è avuta un elettricità *vitrea* o *positiva*.

II. Ripetete l'istessa esperienza, ma col far questa volta toccare il bottone del condensatore alla lastra inferiore della colonna, mentre colla destra toccherete la superiore. L'elettrometro su cui porterete l'elettricità avuta, produrrà questa volta nelle paglie un allontanamento, che verrà aumentato dalla cera confricata, mentre il tubo

di vetro le farà ravvicinare. Dunque si ha un'elettricità contraria a quella che lo stesso elettrometro avea accusato nell'esperienza antecedente.

III. Montate l'apparecchio in una maniera opposta, cioè invece di preparare le vostre coppie *rame* e *zinco*, disponetele *zinco* e *rame*, onde l'apparecchio sarà montato in un modo inverso; e ripetete le due esperienze di sopra: l'estremità *superiore* vi darà l'istessa specie d'elettricità avuta nell'estremità *inferiore* del primo apparecchio, e l'istesso accaderà per la parte *inferiore* di questo, che sarà dell'istessa specie della *superiore* del primo. Dunque l'elettromotore presenta in somma, sebben soltanto con maggiore intensità, gli stessi effetti che eran prodotti dagli elementi di cui è composto, elettricità *vitrea* o *positiva* per lo *zinco*, *resinosa* o *negativa* per il *rame*, come vedemmo (Sez. II. art. I).

## §. II.

### *Esperienze per le attrazioni e ripulsioni galvaniche.*

Adattate ad ogni estremità dell'apparecchio elettromotore A T (fig. 47.) un fil metallico sottilissimo, e sostenendo i suoi capi liberi con delle pinzette isolanti conduceteli ad una piccola distanza l'uno dall'altro. Prima di condurli al punto del contatto gli vedrete gettarsi l'un verso l'altro e contrarre una specie d'aderenza tale, che con uno de' due trarrete l'altro a piacere, e che la lor separazione vi obbligherà ad un leggiero sforzo.

Essendovi ben bagnate le dita della mano

sinistra in una dissoluzion di muriato d'ammoniaco prendete una rana di fresco preparata, e per le sue parti muscolari tenendola in modo che il tronco sia in giù e le vertebre pendenti ai nervi sciatici presentate a questi nervi un dito dell'altra mano parimente bagnata (fig. 50). Prima che il vostro dito arrivi ai nervi della rana, gli vedrete avvicinarsi da se: e subito che avrà luogo il contatto, i nervi saranno rispinti per una contrazion generale de' muscoli, e si rinnoverà l'effetto, se la rana è ricca di eccitabilità. Può aumentarsi quest' effetto se in vece di presentare il dito che non tiene la rana toccate la colonna spinale di un animale ucciso di fresco, e se avvicinate lentissimamente i nervi pendenti della rana a qualcuno de' muscoli abdominali d'allora scoperti dell'animale medesimo.

*Esperienza di Galvani*. R (fig. 51) è un recipiente di cristallo, il cui capo è fornito di un turacciolo di sughero, a cui è sospeso un fil di seta che porta una pallina di midolla di sambuco *b*. Su i lati di esso stan fermati col mastice orizzontalmente due piccoli pezzi di rame, in cui entra a vite un piccolo fusto che porta un bottone all'estremità, il quale si presenta alla pallina *b*, in modo però che ognuno di questi bottoni può avanzarsi a piacere verso la pallina sospesa. Al primo colpo d'occhio si vede che stabilendo la comunicazione dell'uncinetto *d* colla base d'un elettromotore, e dell'uncinetto *g* col suo vertice, la pallina di sambuco *b* si trova posta fra due elettricità contrarie come il battaglino del *carillon* elettrico, ec. Aldini avea immaginato quest'apparecchio per esaminare se potesse ottener le at-

trazioni e ripulsioni ordinarie colla sola elettricità animale. Suo zio Galvani avendo preparato un vitello per le sue ricerche, misero essi l'anello *g* in comunicazion coi di lui muscoli, e *d* coi nervi. Ma invano tentaron di produrre qualche effetto attrattivo sulla pallina *b*, perchè l'elettricità prodotta non fu sufficiente a romper lo strato d'aria che la separava dai bottoni metallici. Tuttavia non fu per loro inutile, perchè avendo allontanato la pallina di sambuco e avvicinato l'uno all'altro i bottoni *g*, *d* si considerarono nell'animale delle contrazioni appena che i bottoni furono in contatto: il che presentò ad essi il fatto finora ignoto delle contrazioni prodotte senza le due armature.

*Esperienze di Ritter*. A B (fig. 52) è una gran campana di cristallo guarnita di due stantuffi P *s* che vi scende verticalmente nell'interno, e P*l* che vi entra lateralmente per avanzarsi ad angolo retto verso l'estremità inferiore di P*s*. L'estremità di P*s* termina con una pinzetta che tiene una foglia d'oro, e l'estremità di P*l* è guarnita d'un bottoncino. Per esaminare l'influenza dell'una o dell'altra estremità dell'elettromotore sulla foglia d'oro sospesa e mobilissima, si dee far comunicare la sua base con P*l* e il suo vertice con P*s*: quindi si avvicinano i due fusti fra loro a piacere e con precauzione, osservando attentamente la distanza a cui si mette in moto la foglia d'oro per avanzarsi verso il bottone di P*l*.

Ora 1.° Stabilita la comunicazione dell'estremità di P*l* colla base dell'elettromotore che è *rame*, mentre P*s* comunica col vertice che è *zinco*, se si avvicina P*l* alla foglia d'oro, essa ne è

attratta con una forza analoga a quella dell'elettromotore. 2.° Se si fa il vuoto sotto la campana, P*l* agisce sulla foglia d'oro ad una maggior distanza. 3.° Le quali attrazioni hanno luogo e quando P*l* non è in comunicazion colla pila e quando la catena è interrotta con P*s*; ma gli effetti son sempre più grandi quando la comunicazione è fra l'estremità *rame* della pila di quando è fra l'estremità *zinco*. 4.° Posta la comunicazion fra P*s* e l'estremità *rame* dell'elettromotore, la foglia d'oro è a vicenda attrattae rispinta. Secondo Ritter l'attrazione può anche aver luogo senza che P*l* comunichi coll'elettromotore, e quand'anche la comunicazione è interrotta con P*s* per un piccolo spazio. 5.° Se dopo aver fatta la comunicazione fra il rame dell'elettromotore a P*s*, si toglie in un tratto la comunicazione, e nel tempo stesso si avvicina la foglia d oro a P*l* che non comunica, sensibilmente si manifesta l'attrazione. Nel qual caso se si tocca P*s* con un corpo conduttore, l'attrazione non ha più luogo; e se si presenta questo conduttore dopo che la foglia d'oro si è di già portata sopra P*l*, l'effetto non resta distrutto se non che quando questo conduttore tocca P*s*; e ricomparisce di nuovo quando questo contatto è interrotto. 6.° Finalmente fatta la comunicazione delle due estremità dell'elettromotore con P*s*, invano si avanza P*l* verso la foglia d'oro, perchè non prova effetto alcuno d'attrazione.

## §. III.

*Esperienze per aver gli effetti luminosi.*

Avvicinate all'uncino *p* del disco inferiore (fig. 47) un fil di ferro sottilissimo, e presentatene l'altro capo al disco superiore *z* dello stesso apparecchio. Nell'atto del contatto vedrete una scintillazione, e se la punta del fil di ferro era angolare resterà fusa e rotondeggiata. Perchè ricomparisca la scintillazione al contatto del filo stesso bisognerà limare o tagliare la detta estremità rotondata avanti di presentarla di nuovo al disco *z*.

*Osservazione.*

Sul principio questi effetti luminosi si eran presi per scintille elettriche, ma le esperienze di Fourcroy, Vauquelin, e Thenard che descriverò altrove, e che furon seguite da molte altre del medesimo genere, fecero considerar questo fenomeno come una *deflagrazione* mediante la combustione del fil di ferro conduttore. E l'effetto è tanto più luminoso quanto i metalli adoprati son più suscettibili di bruciar con fiamma, e poi vedremo che Pepis col suo grande apparecchio è giunto a bruciarne anche un gran numero. La necessità del contatto per aver tali effetti luminosi doveva sola impedir di confonderli colle scintille elettriche.

## §. IV.

*Esperienze per conoscer la celerità della corrente galvanica.*

Ponete sopra una tavola un elettromotore convenientemente preparato, attaccate alla sua estremità inferiore (fig. 47) un fil di ferro che svolgerete per fargli seguire in uno o più luoghi della stanza le direzioni le più comode perchè non si tocchi ne' diversi giri, in modo che l'altra estremità vi rimeni alla tavola dov'è l'elettromotore. Tenendo allora quest estremità nella vostra mano sinistra dopo averla ben bagnata toccate colla destra bagnata egualmente, e meglio ancora armata d'un cilindro di metallo, la lastra superiore dell'elettromotore. Voi proverete la commozion galvanica come se colla sinistra toccaste la base immediatamente. Aldini lo ha provato tenendo l'estremità d'un fil di ferro lungo 250 piedi.

## § V.

*Effetti galvanici nelle varie sostanze.*

A B (fig. 53) è una tavoletta su cui si elevano normalmente a 4 decim. l'uno dall' altro due fusti di vetro T T con essere in cima ad ognuno una palla che attraversa a confricazione un fusto di metallo terminato da una parte dall'anello *a* e dall'altra da un piccolo bottone *b* da levarsi a piacere quando vuol lasciarsi la sola punta del fusto. Nel mezzo della tavoletta si eleva un terzo fusto M, su cui si può avvita-

re e fissare orizzontalmente un piatto o un vaso a ciò preparato. Sul piatto isolato M si pone la sostanza di cui vuole esaminarsi la facoltà conduttrice, in modo che tocchi coi suoi due lati opposti i due bottoni *b b*; si fa comunicar l'anello *d* colla base d'un elettromotore, e colla sinistra tenendo l'anello *d* si porta la destra sul vertice dell'elettromotore. L'effetto che ne risulta fa conoscere se la sostanza posta fra i due bottoni *b b* è o non è propria a trasmettere il galvanismo. Volendo far quest'esame col condensatore si comincia dal far comunicare l'anello *d* e la base dell'elettromotore: presentando poi al suo vertice il condensatore posto sulla sinistra si tocca colla destra l'anello *a*. Se la sostanza posta fra i due bottoni è conduttrice, il condensatore ne raccoglie l'elettricità come se si toccasse la base dell'elettromotore invece di toccar l'anello *d*.

### *Facoltà conduttrice della fiamma.*

Io trovo tante contradizioni finquì sulla facoltà conduttrice della fiamma per il galvanismo, che mi son deciso di trattar questa questione con qualche dettaglio per veder di terminar finalmente l'incertezza in cui finora ci hanno lasciato le asserzioni contrarie di varj sperimentatori di peso. E siccome sì gli uni che gli altri parlano secondo le esperienze fatte, così bisogna o che ne abbian tirate delle false conseguenze, o che siano stati male esaminati i fatti. Scorgiamo la sorgente dell'errore, che di certo esiste da una delle due parti.

I.° Sopra nn tubo di vetro TV (fig. 54) si fissi un fusto di metallo CM, il cui capo C termini in una ciotoletta a graticola. All'estremità del tubo si fissi un altro fusto di metallo DN, il cui capo N partendo dal tubo è dell'istessa lunghezza del capo M dell'altro fusto, mentre l'altra porzione D*r* è lunga abbastanza per venire a ricurvarsi sulla ciotoletta C. Essendo la parte superiore del fusto DN separata dalla ciotoletta C del fusto CM, si fan toccare le due estremità inferiori di quest'arco metallico interrotto coi muscoli d'una rana preparata per il punto M, e coi suoi nervi per il punto N. Poi si rinnuova lo stesso contatto dopo aver messo nella ciotoletta C un carbone acceso, il quale riempiendo lo spazio che separava DC completa l'arco MCD*r*N. Nel primo caso la rana non prova contrazione veruna; ma appena si fa la comunicazione col mettere il carbone nella ciotoletta C, si hanno delle vive contrazioni, le quali non potrebbero aver luogo, dice l'autor di quest'esperienza, se il fluido attraversar non potesse il fuoco: ciò che (soggiunge) si accorda benissimo colla proprietà riconosciuta nel fluido elettrico, di spandersi ad una gran distanza per mezzo ai corpi incandescenti e anche per mezzo alla fiamma (Aloysii Galvani ec. pag. 27.)

II.° „ Fra le sostanze isolanti (dice Humbold *Esperienze sul galvanismo pag.* 175) il vetro riscaldato e la fiamma meritano soprattutto l'attenzion del lettore, perchè paiono d'una grandissima importanza nelle ricerche sulla natura del fluido galvanico „. E in quest'articolo

dà Egli una tavola delle sostanze conduttrici e isolanti del fluido galvànico, e classa la fiamma fra le isolantì: e più sotto (*pag.* 439) dice „ La fiamma è il conduttore il più perfetto dell'elettricità, ed è isolante nel galvanismo „. Dopo aver date le prove di sua asserzione relativamente all' elettricità aggiunge (*pag.* 441) „ ma non è lo stesso relativamente al galvanismo. Si isoli un lume o dello zolfo, posto sopra un piatto di vetro; quindi si uniscano due porzioni della catena galvanica separate da un piccolo strato d' aria per mezzo della fiamma del lume o di quella dello zolfo: l' irritazion metallica sarà completamente inattiva, e non vi sarà contrazione muscolare o sensazion di sapore se non che quando i metalli si toccheranno immediatamente nella fiamma o fuor della fiamma „.

Humboldt cita Pfaff per autor di quest'esperienza, nè pare che egli l'abbia fatta, perchè la riguarda per esattissima come si vede da quanto poi suggiunge.

III.° „. Ho voluto conoscere, dice Gautherot (*Storia del galvanismo di Sue* T. 2. p. 204) i corpi, che son conduttori degli effetti galvanici; perciò ho composto un piccolo strumento molto semplice per provare i corpi nei tre stati della natura, il *solido*, il *liquido*, e l' *aeriforme*. Con questo strumento ho veduto che la fiamma considerata finora come un buon conduttore dell' elettricità è al pari dell' aria impermeabile agli effetti di un apparecchio ordinario „ Avendo Gautherot riprodotto quest' asserzione in un' adunanza della società Galvanica indicando la maniera dell' esperimento, B. Mo-

jon gli oppose l' esperienza di Cammillo Galvani. Una tale contradizione in un fatto che non dovea ammetterla fece richiedere, che la questione si illustrasse, come fece Robertson nel modo seguente alla presenza della società Galvanica.

4.° All'estremità inferiore di un elettromotore ordinario E (fig. 54) si adattò un fil di metallo *fm*, che io tenevo con un baston di cera di Spagna *i*, mentre sopra un altro bastone simile *b* era fisso un altro fil di metallo più corto e terminato con un anello *a* Posto un lume acceso B sopra un isolatore accanto all'elettromotore, avvicinai i due capi de' fili che tenevo nelle mie mani in modo che essi non fosser separati che dalla fiamma del lume. Intanto Robertson presentava all'anello *a* del filo della mia destra il piatto superiore del condensatore, mentre coll'altra mano toccava l' estremità superiore dell' elettromotore, e dopo questo contatto portava il piatto superiore del condensatore sopra un elettrometro di Bennet. Le foglie d'oro divergerono fortemente, e l'effetto fu sì rimarcato in molte volte che si ripetè, che costantemente si aveva una scintilla nel presentare a un conduttore non isolato il bottone del condensatore così caricato. Si ripetè anche l'esperienza fissando il filo *fm* all'estremità superiore dell'elettrometro, e con esser l'estremità inferiore toccata da quello che presentava il condensatore all'anello *a*: in ambedue i casi l'elettrometro accusò l'elettricità che apparteneva ad ogni estremità dell'elettromotore, come se il fil di metallo non fosse stato interrotto dalla fiamma. Benchè quest'esperienza paresse convincente, pure Gau-

therot non mancò di produrre con questo mezzo degli effetti puramente galvanici, e ne ottenne del sapore col riunire sulla lingua due fili di platina, uno de' quali era interrotto dalla fiamma di un lume, e l'ottenne quando le due porzioni del filo erano in contatto o nella fiamma o fuori. Molti membri della Società ne fecero l'istessa testimonianza.

5.°,, Ho messo, dice il dotto Professore di Bologna Aldini (*Saggio teorico ed esperimentale* T. 1 p. 42), al vertice della pila un canale circolare d'ottone che conteneva dello spirito di vino. Così la pila era terminata da una fiamma viva, a cui avvicinai un conduttore metallico mentre col'altra mano toccavo la base della pila. Il galvanismo si sottrasse costantemente ai miei sforzi, ed accadde lo stesso sostituendo allo spirito di vino la fiamma d'un lume ordinario. È bene il considerare (soggiunge egli) che la fiamma non iscemava l'azion del galvanismo quando facevasi l'arco alla lastra che era al vertice della pila. Ho già provato con una serie d'esperienze dirette al celebre Lacepede, che *la fiamma la quale* interrompe l'arco applicato ai nervi e ai muscoli d'una rana, non permette le contrazioni muscolari. Ho ripetuto l'esperienza collo stesso successo sopra molti animali a sangue caldo e anche sulla torpedine, ed ho veduto che la fiamma frapposta nell'arco che tocca il ventre e il dorso della torpedine impedisce le scosse elettriche.,, Ecco la principale di queste esperienze (V. T. 2 pag. 92 dell'Opera cit.). Aldini prese due conduttori che da un lato comunicando colle due armature applicate ai nervi e ai muscoli d'una rana preparata, eran dall'altra estre

mità separate dall'intervallo di una linea al più, il quale spazio era riempito dalla fiamma di un lume; ed ecco perciò un arco completo fra i nervi e i muscoli della rana. „ Tuttavia, egli dice, con mia gran sorpresa non potei avere la minima contrazione. „ La fiamma fu variata e diretta in tutte le maniere, diede ad essa vari gradi d'energia, e fu alimentata da diverse sostanze, ma sempre inutilmente per averne delle contrazioni muscolari.

Ecco dunque da un lato 1.$^{e}$ l'esperienza semplicissima e convincentissima di Cammillo Galvani dataci da Aldini medesimo, e che ci fa vedere l'effetto galvanico trasmesso dalla fiamma, come l'elettricità; 2.° l'esperienza fatta alla Società Galvanica, che ci mostra gli effetti dell'elettromotore ordinario raccolti all'estremità d'un conduttore di cui fa parte la fiamma. Dall'altra parte ecco Humbold, Pfaff, Goutherot e Aldini, i quali ci presentano de'fatti non meno semplici, che han loro mostrato esser la fiamma un impedimento agli effetti galvanici.

In tale stato di cose che mai fare se non cercare la verità con nuovi fatti? Questo appunto ho io fatto nell'esperienze seguenti coll'apparecchio che ora descrivo. AE (fig. 56) è un elettromotore, la cui lastra superiore di zinco è saldata con un fusto pure di zinco lungo un decim., e che s'avanza orizzontalmente. IC è un cilindro di cristallo fissato sopra un piede e guarnito alla sua estremità superiore d'una pinzetta da muoversi per ogni verso, nella quale si pone un fusto di metallo rotondeggiante alle due estremità e lungo circa due decimetri. Avanzando il sopporto IC

verso l'elettromotore si può a piacere stabilire il contatto fra i due bottoni de' fusti *tz*, *tc*, lasciando fra loro lo spazio che si vuole. Si può anche fare la comunicazione del fusto *tc* coll'una o l'altra estremità dell'elettromotore.

I. Posi il fusto isolato *tc* in modo che il suo bottone toccasse quel di *tz*, e presentando il condensatore posato sulla mia mano sinistra alla lastretta *c* toccai colla destra la base dell elettromotore A E. Il condensatore acquistò un elettricità positiva, come me ne convinsi presentando il piatto metallico all'elettrometro di Volta, le di cui paglie tosto divergerono, e si ravvicinarono all'avvicinar d'un bastone di cera leggermente confricato.

II. Invece di far toccare il bottone di *tc* a quello di *tz*, lo feci comunicare colla base dell'elettromotore, e ripetei l'esperienza precedente toccando però questa volta colla mia destra il fusto *tz*. Il condensatore si caricò come sopra, ma d'un'elettricità contraria secondo i mezzi usati sopra per convincermene.

III. Posi di nuovo il bottone del fusto *tc* dirimpetto a quel di *tz*, lasciando fra loro uno spazio un poco minore del diametro della fiamma d un lume, per es. di due centimetri. Dopo ciò ripetei la prima esperienza presentando il condensatore all'estremità *c* del fusto isolato, e toccando colla mia destra la base dell'elettromotore. Ma questa volta il condensatore non raccolse alcuna specie d'elettricità.

IV. Riempii l'intervallo che separava i due bottoni di *tc*, *tz* colla fiamma d'un lume posto sul supporto isolante S*i*, e presentai, come nelle espe-

rienze precedenti, il condensatore all'estremità *c*; mentre coll'altra mano toccavo la base dell'elettromotore. Con un contatto brevissimo ottenni una buona dose d'elettricità per gettar delle palle sulle pareti dell'elettrometro, e m'assicurai coi mezzi indicati esser questa la specie d'elettricità che dovea somministrare la cima *tz* dell'elettromotore.

V. Feci lo stesso sperimento facendo presentare all'estremità *t* del fusto *tc* un altro conduttore isolato che partiva dalla base dell'elettromotore, ed ebbi assolutamente i medesimi risultati fuorchè questa volta l'elettricità ottenuta si trovò negativa quando la fiamma riempiva la separazione.

Da tutte queste esperienze mi vidi in diritto di concludere che la fiamma non impediva punto gli effetti dell'elettromotore di seguire il cammino che lor si vede tenere per l'ordinario per mezzo ai corpi conduttori. E avendo ripetuto più volte quest'esperienza ho visto che non era necessario il contatto fra i due fusti *tz*, *tc* per mezzo della fiamma intermedia, perchè ho raccolto dell'elettricità dall estremità *c* anche quando il bottone *t* era separato dalla fiamma di più di 2 millimetri. Ma queste esperienze non eran tali da decider la questione per coloro che nel galvanismo veggon qualche cosa di più del fluido elettrico. Dunque bisognò variarle, e secondo le loro parole renderle *più galvaniche*.

VI. Avendo già secondo il solito preparato una rana misi a contatto il fusto *tz* ed il fusto isolato *tc*, e colla sinistra ben bagnata tenendo un cilindro di metallo, con cui toccavo la lastra *n*

dell'elettromotore, presentai all'estremità *c* del fusto isolato i nervi pendenti della rana che tenevo per i piedi colla mia destra. Subito ella provò le ordinarie contrazioni.

VII. Feci cessare il contatto del fusto isolato *tc* col fusto *tz*, e lasciando fra loro una separazione di due centimetri ripetei l'esperienza precedente, ma sempre invano, perchè non comparve alcun movimento.

VIII. Riempii la separazione de' due fusti colla fiamma del lume in modo che ogni bottone vi era dal canto suo immerso ma senza toccarsi. Presentai nuovamente i nervi della rana all'estremità *c*, ma tanto inutilmente, che prima d aver messo i due fusti in comunicazione per mezzo della fiamma non si vide contrazione alcuna.

IX. Ripetei gli stessi tentativi servendomi d'armature invece dell'elettromotore; e tutte furono inutili, perchè non ottenevo mai movimenti muscolari se non che quando i due fusti si toccavano immediatamente nella fiamma o fuori. Trovai anco che i movimenti eran molto più sensibili quando il contatto si faceva fuori della fiamma, e che talora mancavano quando vi si faceva dentro. Confesso che stetti qualche tempo senza saper che pensarmi di ciò che vedevo, e fui tentato a credere che realmente nella causa de' moti muscolari prodotti dal galvanismo vi fosse qualche cosa di più che elettricità. Ma poi riflettendo sulla gran differenza che può esservi fra due rane, presi il partito di ripeter l'istessa esperienza successivamente con quelle rane che mi sembrassero più eccitabili.

X. Nè ebbi bisogno di moltiplicarne i saggi,

perchè la prima che incontrai mi soddisfece pienamente. Dunque separai i due fusti *tz*, *tc* facendoli entrare ambedue nella fiamma d'un lume posto fra essi; toccai la base dell'elettromotore col cilindro di metallo che tenevo nella sinistra, e presentai all'estremità *c* del fusto isolato i nervi della rana da me preparata. Il contatto fu tosto seguito da forti contrazioni che feci ripetermi più volte. Bensì esse furon sempre meno vive di quando presentavo gli stessi nervi ad una parte del fusto *tz*: e quando ebber cessato d'effettuarsi interamente per mezzo del contatto con *tc*, comparivano ancora facendoli toccare a *tz*, o anche facendo comunicare immediatamente i due fusti. Accadde ancora una volta che toccandosi i due fusti nella fiamma avevo leggerissimi movimenti per il contatto de' nervi con *tc*, mentre erano rimarchevoli con *tz*.

Dietro a tutti questi fatti spiegai le contradizioni trovate nelle Opere già citate, e ne conclusi 1.° che si era troppo corso in negare alla fiamma la facoltà conduttrice del galvanismo, e che le esperienze per cui si era pronunziata tale asserzione non provavano altro se non che la fiamma, conduttor meno perfetto de' metalli, non ne trasmetteva sì piccole quantità come essi, ossia che le strascini nella sua corrente, ossia che ne assorbisca una parte: 2.° che il sapore e i movimenti muscolari delle rane non sono, come l'avean pensato molti Fisici, i migliori mezzi di svelare i più deboli effetti degli apparecchi galvanici, e che il condensatore dee aver la preferenza per render sensibili le più piccole quantità del fluido a cui sono attribuiti questi effetti.

## §. VI.

### *Galvanismo nel vuoto.*

La questione di saper se gli effetti del galvanismo si trasmettono per il vuoto al pari di quelli dell' elettricismo, non è decisa meglio della precedente nelle Opere finor pubblicate, mentre intanto non è meno importante non solo per istabilirne l' identità o la differenza nelle cause, ma ancora per meglio conoscere le proprietà del fluido a cui si crede doverli attribuire. Il dotto Humboldt, che si è molto occupato in riconoscer tutti i mezzi che servir possono a formare o a interrompere la catena galvanica, ne ha fatto un quadro, in cui si trova anche il vuoto fra le cause d' interruzione (V. *Esperienze sul Galvanismo pag.* 176 *Edizione I.* ,, L' aria è isolante del fluido galvanico, come pure il vuoto ,, dice altrove (*pag.* 439): il che con altre simili considerazioni lo porta a concludere che (*pag.* 443) si può star certi che *l' elettricità e il galvanismo non sono identici.*

*L' aria è isolante del fluido galvanico, come pure il vuoto?* Ma dacchè Volta ci ha fatto conoscere il suo elettromotore, dacchè le esperienze che ve lo condussero egualmente che i fatti numerosi a cui diede origine l esame e lo studio del suo nuovo apparecchio, hanno fissato generalmente le idee de' Fisici sulla vera causa de fenomeni galvanici, dacchè sono stati costretti ad ammettere in una delle estremità di quest' apparecchio un elettricità accumulata pronta a ristabilirsi in equilibrio sull' estremità opposta su-

bito che se gli offra una sostanza atta a condurvelo, la proposizione di cui si tratta presenta una contradizion manifesta. Come infatti concepire una *tensione* in un fluido qualunque senza causa coibente? Ora quì, come in tutti gli apparecchj elettrici, qual può esser la causa coibente se non è l'aria che gli inviluppa? Ma giacchè l'esperienza ci mostra che le due estremità d'un elettromotore sono in due stati opposti d'elettricità, e che il fluido accumulato in una delle due tende a gettarsi sull altra per porvisi in equilibrio, come quello dell'interno d una boccia di Leida tende a diffondersi sulla di lei faccia esterna, è certo che deve cedere a questa tendenza subito che si sopprima l'aria, che è la sola sostanza posta fra le due estremità dell'apparecchio: il che si vede sensibilmente quando si toglie l'aria posta fra il bottone e la superficie esterna d'una boccia di Leida. In una parola se è l'aria naturalmente posta fra le due estremità dell elettromotore, che impedisce al fluido accumulato nell'una di spandersi sull'altra, è evidente che facendo il vuoto si toglie l'ostacolo e che perciò il vuoto dee agir come conduttore: e se l'esperienza ci mostra una *tensione* elettrica in un estremità che non è separata dall altra se non che per il vuoto pneumatico, bisogna cercare a questa tensione un altra causa diversa dalla proprietà coibente dell aria atmosferica; il pieno e il vuoto d'aria non possono in tal caso fare il medesimo gioco. Humboldt non dice dietro a quali fatti pone il vuoto fra gli ostacoli alla trasmissione del galvanismo. Ma pare che ab-

bian avuta quest' opinione varj Fisici celebri, mentre altri ancora han mostrato l'elettromotore, scaricandosi nel vuoto, nel modo stesso di una boccia di Leida; e già abbiam veduto nell' esperienze di Ritter l'azione di una delle estremità dell' apparecchio esercitarsi più efficacemente nel vuoto che nell' aria. Bisogna dunque studiar con diligenza anche questa questione. Ecco le esperienze le più proprie secondo me a illustrarla. La prima è stata fatta dagli A A. del giornale del Galvanismo, io ho fatto le altre col medesimo fine ma con modi differenti.

I. Accanto all' elettromotore A E (fig. 56) pongansi due vasi di cristallo *d*, *g* (fig. 57) con dentro del mercurio all' altezza di 3 in 4 pollici. In ambedue si fa immergere una delle branche d' un tubo ricurvo *t r* ambedue di 29 in 30 pollici di lunghezza, già ripiene di mercurio colle solite diligenze usate nella costruzion d' un barometro. La profondità de' vasi *d*, *g* è combinata coll' altezza del tubo ricurvo di modo che tuffando o alzando il tubo nei vasi si possa a piacere far cessare o stabilire la contiguità del fluido nella curvatura del tubo. Disposto il tutto così si pone una comunicazione tra il vaso *g* e la base dell' elettromotore con un filo metallico *fc* e tuffando alcune dita della sinistra nel mercurio del vaso *d* si tocca colla destra la lastra *t z* dell' elettromotore. Fatto il contatto mentre il mercurio è separato nella curvatura del tubo *tr*, non si ha effetto alcuno dell' elettromotore; ma se si rinnuova il contatto dopo aver ristabilito la contiguità del mercurio in

*d*

questo tubo facendolo affondare con quel che lo tiene, tutti gli effetti ricompariscono come con una sola stessa catena di comunicazione.

II BC ( fig. 58 ) è un piccolo globo di cristallo di 3 pollici di diametro; ad un apertura nel lato C vi è fortemente fissato con mastice una piccola ghiera di ottone *c*, in cui s'introduce a vite un fusto simile, la cui estremità esterna prema un cuoio grasso posto all' apertura della ghiera. Dall' altro lato vi è un'apertura simile dove è fissata con mastice un altra ghiera *b* che tiene una scatoletta di cuoio *d*, in cui s' introduce e può muoversi a confricazione un fusto d'ottone, che all'esterno termina in un gangetto come il fusto opposto. Alla bocca vi è fissato pure con mastice un altra ghiera V più grande delle laterali, a cui si adatta una chiavetta ordinaria *r*. Avvitato quest' apparecchio sopra una macchina pneumatica accanto ad un elettromotore È L ( fig 55 ) avanzai il fusto mobile *d*, e non lasciai che 2 linee di distanza fra il suo bottone e quello del fusto fisso *c*, che feci comunicare colla base dell' elettromotore; e presentando al contatto del fusto *d* il piatto metallico del condensatore posto sulla mia sinistra toccai colla destra l' estremità superiore dello stesso elettromotore E L. Dopo questo contatto levai il piatto metallico per mezzo del suo fusto isolante per presentarlo all' elettrometro di Volta. Le pagliuzze non si mossero punto; dunque il condensatore non avea ricevuto cosa alcuna in questa operazione.

III. Stando tutto come sopra, feci il vuoto

nel globo, e di nuovo presentai il condensatore ai medesimi punti nel modo medesimo. Appena che all'elettromotore presentai il piatto metallico del condensatore, le paglie divergerono per un'elettricità della stessa natura di quella che avrei ottenuta facendo toccare questo piatto colla base stessa dell'elettromotore. Ripetuta l'esperienza dopo aver fatta la comunicazione fra il fusto *c* e la cima dell'elettromotore mentre colla destra ne toccavo la base, il condensatore si caricò d'un'elettricità contraria. Così ottenni l'elettricità propria di ciascheduna estremità dell elettromotore stabilendo fra l'una e l'altra una catena interrotta da uno spazio vuoto d'aria, e l'ottenni in un modo che sicuramente non aveva principio d'equivoco. Tuttavia non mi fermai quì; mi bisognavano degli effetti fisiologici per l'istessa catena di comunicazione.

IV. Avvicinai il fusto mobile *d* sino ad una mezza linea dal fusto fisso *c*, e mentre nel globo facevasi il vuoto, preparai una rana. Giunto il mercurio della provetta della macchina pneumatica ad una mezza linea del livello e fatta la comunicazione del fusto *c* colla base d'un elettromotore, montai sopra un isolatore, e con una mano tenendo il fusto *d* feci toccare al disco superiore dell apparecchio i nervi della rana che tenevo coll'altra mano, per mezzo de' piedi, come si vede (fig. 50). Considerai nella rana de' moti sensibilissimi, ma molto minori di quando io toccavo coll'altra mano il fusto *c* invece del fusto *d*.

V. Avendo talvolta veduto delle contrazioni quando facevo toccare i nervi d'una rana alla cima d'un elettromotore senza stabilire comunica-

zione coll'altra estremità, credei di dover variar l'esperienza per convincermi che l'effetto era trasmesso dalla catena stabilita. Perciò questa volta presentai al fusto *d* i nervi della rana che tenevo per i suoi piedi, mentre coll'altra mano toccavo la cima dell'elettromotore. Le contrazioni non furon quasi sensibili; ma ricomparivano con molta forza quando facevo toccare i nervi ad un altro punto della catena fra il globo e l'elettromotore: ricorsi a molte altre rane, che successivamente preparai, e ne vidi delle contrazioni rimarchevoli quando i loro nervi toccavano il fusto *d*, ma sempre assai minori di quando gli mettevo in contatto con alcuni punti della catena fra l'elettromotore e il punto di separazione de' due fusti. Appoggiandoli sul vetro stesso dal lato dell'elettromotore verso il punto *n*, avevo degli effetti più considerabili di quel che se io lor facevo toccare il fusto *c*, la di cui estremità era sì poco distante dall'altra. Avevo anche osservato col condensatore che ottenevo assai maggiore elettricità presentandolo al contatto della ghiera inferiore V che a quello del fusto *d*; come se la superficie esterna o interna del globo, benchè di vetro, avesse presentato minore ostacolo al suo trasmettersi di quel che facesse il piccolo spazio che separava i due fusti.

Da tali esperienze credei di poter concludere 1.° che non può dirsi in galvanismo *essere il vuoto isolante come l'aria*; 2.° che una superficie qualunque, anche quella d'un corpo isolante, oppone minore ostacolo alla trasmissione dell'effetto d'un elettromotore che il più piccolo spazio da attraversare, quand'anche questo è privo d'a-

ria; 3.° che il condensatore è in tutti i casi il mezzo il più sicuro di render sensibili le minori quantità del fluido, che posson giungere all'estremità d'una catena formata di sostanze differentemente conduttrici.

## §. VIII.

### *Azione d'un elettromotore nel vuoto.*

Sul piatto d'una macchina pneumatica MP (fig. 59) si ponga un elettromotore *el* recentemente preparato, il di cui disco superiore si fa comunicare colla macchina con un fil di metallo *c*. Si ricopre l'elettromotore con una gran campana di cristallo R, la cui imboccatura superiore fatta a tubo è guarnita d'una scatola a cuoio, che viene attraversata a confricazione da un fusto di ottone *tr* fatto a coda nella sua estremità inferiore *r* e terminato all'esterno della campana con un anello *a* per facilitarne l'uso. Ben disposta che sia la campana in modo da permettere che si possa fare il vuoto, si gira il fusto *tr* perchè la sua curvatura vada a porsi sul disco superiore dell'apparecchio *el*. Per aver l'effetto delle due estremità dell'elettromotore non si dee fin d'allora far altro che toccare da un lato l'anello del fusto *tr*, e dall'altro il disotto del piatto della macchina pneumatica. Verificato che siasi l'effetto col mezzo che più piacerà, si fa il vuoto, e si esamina di nuovo col mezzo medesimo se gli effetti sono gli stessi, o se variano, o a misura che si fa il vuoto, o dopo che il vuoto si è portato al più alto grado.

I Fisici non sono d'accordo sul risultato di quest'esperienza; poichè alcuni pretendono che gli effetti siano gli stessi dopo aver fatto il vuoto, e altri assicurano che son molto più deboli: e gli uni e gli altri stabiliscono le loro asserzioni sull'esperienze che han fatte; il che sembra provare che gli effetti dell'elettromotore dipendon da cause complicate, e che son suscettibili di dar de' risultati molto differenti per il più lieve cangiamento nei mezzi di esaminarli, come appunto in questa esperienza non si sono usati che mezzi assai vaghi, le commozioni, il sapore, lo sviluppo delle bolle ec. Bisogna dunque studiar perfettamente sopra questa questione come su quella dell'influenza del vuoto sull'elettromotore, e per ben riescirvi soprattutto bisogna accingersi a semplicizzar l'apparecchio per quanto è possibile.

## §. IX.

### *Azione del galvanismo sulla polarità dell'ago calamitato.*

Disponete i fusti orizzontali *ab*, *bd* dell'apparecchio (fig. 53) in modo che i due bottoni si trovino ad una distanza un poco minore della lunghezza degli aghi da sperimentarsi; e invece dei bottoni *bb* che sono avvitati sul loro fusto respettivo, adattate ai fusti o una pinzettina o un piccol piano. Avendo posto l'ago in modo che le sue due estremità sian prese nelle due pinzette, stabilite una comunicazione di *d* con un'estremità dell'elettromotore, e di *e* coll'estremità opposta. Secondo le osservazioni di Romagnesi Fisico di Trento l'ago

già calamitato sottoposto così alla corrente galvanica prova una declinazione, e secondo quelle di J. Mojon gli aghi non calamitati acquistano così una sorte di polarità magnetica.

## §. X.

### *Atmosfera galvanica.*

Chiamo *atmosfera galvanica* quella materia che inviluppa la superficie d'ogni corpo vivo o recentemente ucciso, e sul quale basta agire per produrre un cangiamento nel corpo stesso. Al celebre Humboldt dobbiamo i primi effetti galvanici ottenuti senza il contatto immediato delle sostanze visibili. Avendo fatto asciugare una lastra di zinco, e scaldandola, la pose sopra un pezzo di carne muscolare; quando si disponeva a toccarla con una delle estremità d'un conduttore la cui altra estremità era posata sulla coscia d'una rana preparata, ebbero luogo le contrazioni alla distanza di tre quarti di linea avanti il contatto. Restò molto sorpreso a sì imprevisto fenomeno, e temendo d'aver toccato inavvedutamente qualche fibra muscolare verificò il fatto coll'esperienze seguenti.

I. Posta un'estremità dell'arco metallico C sui muscoli della coscia d'una rana armata (fig. 60) avvicinò l'altra estremità ad una linea di distanza ad un altro pezzo di muscolo *m* posto sull'armatura *az* del nervo della stessa coscia, e le contrazioni furon fortissime. Quest'esperienza più volte ripetuta era propria a fare immaginare che dal pezzo del muscolo *m* posto sull'armatura del nervo emanava un fluido gassoso, che serviva a com-

pletar la catena. Per verificar questa congettura Humbold fece frapporre da un'altra persona fra la carne muscolare *m* e l estremità dell'arco conduttore C una lama di vetro sottilissima che non toccava nè l'una nè l'altro; nell'istante medesimo parve intercetta la corrente, perchè subito cessò l'effetto per poi ricomparire al toglier della lama. Quest'esperienza fatta con tutta la possibil diligenza mostrò gli stessi risultati per dieci in dodici minuti, e più che si ripetevano i saggi, più era lo sperimentatore obbligato ad avvicinar l'estremità dell'arco C alla sostanza muscolare *m*. E quando non veniva prodotto più alcun effetto col tener quest'estremità a tre quarti di linea, per farlo ricomparire non si doveva far altro che avanzar questa estremità a una mezza linea da *m*, e così di seguito.

II. Tolto dall'apparecchio il pezzo di muscolo *m*, l'esperienza fu ripetuta senza successo, e i movimenti non ebber luogo se non che quando la superficie dell'armatura *az*, bagnata d'acqua, d'etere, o di sangue, fu messa a contatto immediato col conduttore. Posto poi sull'armatura il pezzo stesso dell'esperienza passata, fu tuttora sì attivo, che se ne videro le contrazioni conservando la distanza di mezza linea.

III. Per decidere se il grado d'eccitabilità degli organi influiva sul risultato dell'esperienze antecedenti, Humboldt le ripetè coll'istesso apparecchio ponendo sull armatura *az* il nervo di un'altra rana di fresco preparata. Le contrazioni per verità furon più forti, ma la sfera d'attività di *m* non aveva maggiore estensione: bisognò anche avvicinare il conduttore C per vederne gli effetti rimarchevoli ad una mezza linea, e sei in

otto minuti dopo bisognò avvicinarlo ancor più. Finalmente l'atmosfera parve totalmente svanita, e le contrazioni non ebbero più luogo che per il contatto immediato di C e di *m*.

IV. Spariti totalmente gli effetti tentò di riprodurli ponendo sull'armatura *az* un altro pezzo di muscolo invece di quello la cui azione erasi estinta, e così successivamente; ne tagliò un pezzo della medesima coscia da cui avea tolto quello che volea rimpiazzare. E avendone posti due frammenti sopra *az* cercò invano d'averne i medesimi risultati, perchè non ebbe alcun effetto senza contatto immediato. Sorpreso egli di quest'inazione e attribuendola al non esser la carne di fresco preparata, anatomizzò un'altra rana vivacissima, di cui furon messe a prova successivamente quasi tutte le parti muscolari, ma sempre senza successo: e fu l'istesso nell'esperienze de'giorni seguenti.,, Se io non avessi usato, dice egli, tutte le diligenze possibili, se io non le avessi ripetute più volte, avrei creduto d'aver fatto qualche errore.,, Poi ebbe in altre circostanze il piacere di veder comparire di nuovo gli stessi fenomeni, che confermaron le prime osservazioni.

Ora queste variazioni in risultati che dovrebbero esser gli stessi impiegando esattamente gli stessi mezzi per ottenerli, sembrano indicare che le cause di questi effetti vengon da un'altra parte che noi non conosciamo. Forse dipendono da dei cangiamenti nell'atmosfera, che non possono essere indicati da alcuno degli strumenti a noi noti, perchè sono essi di una natura diversa da quelli che fin quì si sono studiati. Comunque sia le esperienze, che sembran provare l'esistenza d'un'at-

mosfera galvanica, non dando risultati costanti, non posson farci concludere nè che questa atmosfera esista per tutti i corpi, nè che sia ipotetica sebbene senza dubbio talvolta ce la presentino.,, Questi fenomeni più volte osservati, dice Humboldt, danno questo risultato tutto nuovo e considerabile, che le sostanze animali fresche spandono *qualchevolta* intorno ad esse un'atmosfera conduttrice invisibile, la cui estensione ed efficacità scema a proporzione del tempo dacchè sono state le parti separate dall'animale.,,

## ARTICOLO II.

### *Degli effetti chimici dell' elettromotore.*

Il celebre Berthollet dice, parlando del galvanismo:,, la chimica ha acquistato con questa scoperta che fa epoca nella storia delle scienze, un agente la di cui energia sarà forse portata ad un grado che ora sol si travede, e che darà il mezzo di produrre, nella produzione e decomposizione delle combinazioni chimiche, degli effetti inaspettati e superiori in alcune circostanze a quelli che possono ottenersi coll' az'on del calorico.,, Infatti i tentativi già eseguiti da abili Chimici sopra un grandissimo numero di sostanze ci provano, che il galvanismo è capace di produrre de'cangiamenti fin allora ignoti, e di dare a quelli che con altri mezzi producevansi, de'caratteri particolari che gli son proprj. Fra gli effetti chimici risultanti dall'azione dell elettromotore gli uni appartengono ai pezzi stessi dell'apparecchio, altri alle differenti sostanze che si sottopongono alla sua azione.

## §. I.

### *Effetti chimici dell' elettromotore sui di lui pezzi.*

I. Montato l' elettromotore nel modo descritto avvicinate al disco inferiore *p* (fig. 47) un fil di ferro o ogn' altro fusto di metallo, e fate riposare l' altra sua estremità sul disco superiore *z*; fatevelo tenere per lasciarlo in questa situazione ponendo sopra un altro disco di zinco La soluzione di cui son bagnati i tondi di drappo, si decompone e svapora; i dischi metallici si ossidano; gli uni e gli altri si prosciugano; l' azione dell' apparecchio va scemando a misura che aumentan gli effetti; e quando sono essi giunti al loro più alto grado, resta estinto l' effetto principale.

II. Stabilite, per farne il paragone, due apparecchj montati nel tempo stesso con pezzi in tutto simili fuorichè nel colore de' tondi di drappo, i primi de' quali saran bianchi, e gli altri di qualunque colore; e nel tempo stesso stabilite la comunicazione fra le due estremità de' due apparecchj. Gli effetti di decomposizione, di prosciugamento, d' ossidazione saran più lenti nell' apparecchio a drappo bianco che nell' altro; e perciò l' azion di questo sarà meno durevole di quella dell' altro.

III. Montate due apparecchj in tutto simili, facendo nel tempo stesso le comunicazioni; abbandonatene uno a se stesso, e guardate che l' altro non si prosciughi con bagnare a proposito i tondi di drappo; e mentre su questo fate una tale operazione fate cessare le funzioni

dell' altro, perchè le cose sian così nel modo possibile eguali. L' azion del primo apparecchio s' estinguerà tanto più presto, quanto più proprio sarà il tempo a toglier l' umidità dai tondi. L' ossidazione sarà quì già considerabile, quando appena avrà lasciato delle traccie di sua esistenza sui dischi dell' apparecchio bagnato, e si potrà far uso di questo senza aver bisogno di nettarne i dischi fino a un tempo ben lungo, di cui non ho potuto fissare i limiti usandolo per un mese intero senza interruzione.

## §. II.

### *Effetti chimici dell' elettromotore sulle sostanze esposte alla sua azione.*

Questi effetti si riducono a decomposizioni, separazioni, precipitazioni, cristallizzazioni ec. Non appartiene a noi il descriverli, ma soltanto l' indicar la maniera d' ottenerli. Tutte le sostanze da sottoporsi all' azion galvanica sono o *solide* o *liquide* o *gassose*. Ognuna di queste classi richiede un apparecchio particolare.

I. *Sostanze gassose esposte all' elettromotore*. PM (fig. 61) è un piatto di metallo, il di cui orlo è munito di 3 cordoncini *c c c* per tenerlo sospeso come il bacino d' una bilancia. CC (fig. 62) è una gran tinozza, in cui sta solidamente fissato il sopporto S all' altezza di 3 in 4 pollici al di sotto dell' orlo della tinozza. Abbiasi inoltre un recipiente di cristallo più alto dell' elettromotore di cui si vuol far uso. Questo dee avere al suo collo una ghiera mu-

nita non solo d'una scatoletta di cuoio e del suo fusto ricurvo come quello della ( fig. 59 ), ma ancora d'una chiavetta propria a porre in comunicazione l'interno e l'esterno del recipiente. Si comincia dal porre l'elettromotore già preparato nel mezzo del piatto PM, che si fa scender verticalmente nella tinozza C tenendolo coi fili *ccc*, l'estremità de' quali si tengano al disopra dell'acqua che riempie la tinozza. Quando tutto l'apparecchio è sott'acqua, si ricopre col recipiente, che vi si tuffa dopo averne aperta la chiavetta per dare esito libero all'aria contenutavi. Arrivato che è il recipiente sul piatto PM, e perciò è pieno d'acqua, si richiude la chiavetta, e tutto si porta in su per mezzo dei fili *ccc* finchè il piatto PM trovandosi al livello del sopporto che sempre dee esser ricoperto di 2 in 3 pollici d'acqua, si fa scorrere sul sopporto medesimo, e si avanza un poco il recipiente verso il lato del piatto che è senz' orlo per travasare comodamente il gas, di cui si vuol riempire per l'esperienza. Terminata quest' operazione si fa girare il fusto in modo che la sua curvatura venga sulla lastra superiore dell'elettromotore, mentre intanto una catenella attaccata al disco inferiore *p* riposa sul piatto PM. Allora non si dee far altro che porre un conduttore qualunque dal fusto del recipiente al piatto PM, il che può farsi comodamente facendo tenere in fondo al fusto una catena un poco più lunga dell'elettromotore, e che scenderà sul piatto parallela all'asse dell' elettromotore, ma senza toccarlo, a causa della curvatura della parte inferiore del fusto. Dopo

aver lasciato così l' elettromotore in azione per quanto tempo si vuole, si avanza tutto l' apparecchio verso il mezzo della tinozza tenendolo per i fili; si avvita alla chiavetta del recipiente una vescica a tal effetto accomodata, si apre la chiavetta, e si tuffa il recipiente nell' acqua per spinger nella vescica l' aria da esso contenuta; quindi a piacere si esaminano i cangiamenti che ha essa provato per l' azione dell' elettromotore che l' inviluppava. Tale è l' apparecchio usato da Aldini per tal sorta d' esperienze. Ma divengon esse complicate per la gran quantità d' acqua che resta a tutta la superficie dell' elettromotore, che tutto si è dovuto tuffarvi dentro. La grande evaporazione che dee farsi in questo spazio circoscritto non può mancar di portare delle modificazioni considerabili ne' risultati. Dietro a tali considerazioni proporrò io un altr' apparecchio più semplice e meno suscettibile di complicare gli effetti.

PS (fig. 63) è un piatto di rame capace d' esser avvitato in una ghiera del medesimo metallo V, alla quale è fortemente attaccato una specie di sacco di taffettà ingommato *srt*: la di lui estremità superiore è legata intorno a un fusto forato *c*, che per alcuni pollici entra nel sacco, e che al di fuori termina in una chiavetta *r*. Sul piatto PS si alza un elettromotore, il di cui capitello è bucato nel suo mezzo per ricevervi il fusto *c*. L' elettromotore si ricopre col sacco procurando d' introdurre nell' apertura del capitello il piede del fusto *c* in modo che vada sul disco superiore. Si avvita fortemente la ghiera V sul piatto PS, e tenendo aperta la chiavetta si applica il sacco sopra tutta

la superficie dell'elettromotore di basso in alto per iscacciarne tutta l'aria che potesse contenere. Dopo tale operazione che può farsi prestissimo, si adatta alla chiavetta un globo pieno del gas che si vuole impiegare, e si caccia nel sacco che inviluppa l'elettromotore. Non vi bisogna ora d'altro che far comunicare le due estremità dell'elettromotore; il che può farsi facilmente dalla chiavetta al piatto al di fuori del sacco, o anche nell'interno lasciando cadere una catenella, che essendo attaccata al fusto C al di sopra del capitello scenda parallela all'asse dell'elettromotore sul piatto, con cui si fa comunicare il suo disco inferiore. Lasciato che si sia in azione l'elettromotore per lungo tempo, si scaccia nuovamente l'aria di cui si era riempito il sacco, nel globo che per l'avanti lo conteneva, e si possono esaminarne i cangiamenti coi mezzi opportuni.

*Liquidi all' azione galvanica.*

II. I liquidi che si sottopongono al galvanismo, provan degli effetti molto diversi secondo la natura della lor composizione: tutti provano un'alterazione, che va fino alla separazione dei loro principj; ma ne' più semplici questa separazione si effettua con delle circostanze diverse da quelle che si osservano ne' più complicati. Così la decomposizione dell'acqua per mezzo dell'azione galvanica presenta una separazion dell ossigeno, che resta subito fissato dal metallo stesso che contribuisce alla separazione, mentre l'idrogeno passando allo stato di gas resta separato dal liquido. Nei più complicati, come ne' liquori ani-

mali e vegetabili, spesso non vi è nè fissazione nè gassificazione, benchè vi abbia sempre luogo la separazione, la quale viene seguita da una precipitazione, e spesso con nuove combinazioni, i di cui risultati passano allo stato solido. Ci voglion perciò differenti apparecchi secondo gli effetti particolari, che si vogliono ottenere. Ne darem quì i principali lasciando al genio degli sperimentatori la cura di modificarli secondo le circostanze e secondo il fine propostosi nelle loro ricerche.

*Decomposizione dell' acqua.*

*opl* (fig. 64) è una specie di sifone di vetro montato sopra un piede di metallo o di legno impiombato, a cui si adatta in *o* un pezzetto di ottone forato lateralmente e munito d'una chiavetta *r*: *f*, *g* son due fili d'ottone, le di cui estremità *ee* presentan più fili dell' istessa specie; ognuno di essi attraversa un piccol turacciolo di sughero *b* adattato alle aperture che deve turare. Si comincia dall'introdurre nel tubo per l'apertura laterale *o* uno dei due fili d'ottone, e quando la sua estremità *e* arriva alla curvatura verso il punto *p* si fa scorrere il suo turacciolo in modo da fissare il filo in questa posizione forzando il turacciolo nell' apertura laterale *o*. Allora per l'apertura libera *ol* si empie il tubo d'acqua stillata. Per questa stessa apertura s'introduce l'altro filo d'ottone *g*, e quando la sua estremità introdotta si trova a un centimetro di distanza dall'altro filo *f*, vi si fissa forzando il suo turacciolo nell'apertura *ol*. Fatto ciò si chiude la chiavetta *r*, e l'apparecchio è così pronto all'esperienza. Poichè po-

nendolo accanto a un elettromotore E L (fig. 65) si prende l'estremità libera del filo *f* per attaccarlo alla doppia lastra *p*, e si fissa sulla lastra superiore *z* l'estremità di *g*. Dopo poco che è fatta in tal modo la comunicazione si vede l'estremità del filo *f*, che è tuffato nel tubo, coprirsi di bolle, che a poco a poco ingrossando s'alzano alla bocca di questo braccio del tubo: e l'estremità dell'altro filo si copre d'ossido e prende un color carico. Quando si è riunita una certa quantità d'aria nel braccio *op*, si apre la chiavetta *r* per farla escire; e se all'apertura stretta da cui essa scappa si accosta un lume acceso, si vedrà infiammarsi. Se cangiasi la disposizione dei fili, cioè se fassi toccare il filo *g* alla doppia lastra *dp* e il filo *f* al disco superiore *z*, cangian gli effetti: le bolle si sviluppan sempre dal filo che comunica colla doppia lastra *dp*, e sempre l'altro s'ossida senza sviluppo. Finalmente se si spinga più avanti nel tubo il filo *f*, e si faccia toccare con quello che gli corrisponde, cessa ogni effetto visibile appena ha luogo un tal contatto, e resta sospesa la decomposizione dell'acqua.

### *Apparecchio di Wollaston.*

F è un picciol vaso cilindrico di vetro (fig. 66) col suo piede e aperto in tutto il suo diametro. B è un turacciolo di sughero per l'apertura del vaso, attraversato da un fusto diritto *z* e da un altro fusto d'argento parallelo a quello di zinco ma accodato nella parte che restar deve al di fuori del turacciolo. Fino a 2 terzi si riempie il tubo d'acqua, in cui si metton poi alcune gocciole d'acido sol-

forico. Allora si chiude bene il vaso col turacciolo B, e si rovescia in modo che il piede resti in alto e il turacciolo in basso (fig. 67) Sul principio veggonsi sviluppare alcune bolle dal fusto z; ma subito che per mezzo della parte esterna e orizzontale del fusto d'argento si fa il contatto dei due fusti all esterno, le bolle si sviluppano con grandissima rapidità in tutta la lor lunghezza esposta all'acqua, e soprattutto all'estremità d'ogni fusto. Se fa cessarsi il contatto, lo sviluppo delle bolle si arresta per il fusto d'argento, e molto si rallenta per quello di zinco.

*Apparecchio di Pittaro e d'Aldini.*

Questi due Fisici hanno modificato quest'apparecchio in modo da raccoglierne i gas prodotti, poichè ben si vede che il piccolo apparecchio di Wollaston non si presta all'esame del risultato. B (fig 67) è un piccol globo di cristallo con due aperture opposte, l'inferior delle quali è turata da un tondo di sughero L attraversato da quattro fusti, due di zinco e due d'argento. Alla bocca superiore si adatta una boccia di cristallo F per mezzo d'una ghiera d'ottone fornita d'una chiavetta a due aperture, una per istabilir la comunicazion perpendicolare dall'una all'altra capacità, l'altra per istabilirla lateralmente dal di dentro al di fuori. Tutto riposa sopra un piede annesso alla ghiera della parte inferiore del globo. Quando si vuole adoprare quest'apparecchio si svita la boccia F per empirla d'acqua pura; allora vi si avvita il globo B che è ancor vuoto, e si riempie per l'apertura destinata a ricevere il turacciolo dei

quattro fusti, che allora si trova all'insù. Empito che è il globo d'acqua mescolata con un poco d'acido solforico, si tura, e si rovescia l'apparecchio (fig. 68). Quando si vuol farlo agire si fa la comunicazione fra i quattro fusti, e si dà alla chiavetta R la posizione che permette la comunicazione di F e di B. Stabilito che è appena il contatto fra i quattro fusti per la parte che è all'esterno, si vede sollevarsi un gran numero di bolle nella boccia F, da cui scaccian l'acqua per l'apertura laterale della chiavetta. Quando la boccia contiene molto gas, si chiude la chiavetta, e svitandola si fa quell'uso che ci piace dei gas nell'apparato pneumato-chimico.

*Osservazioni.*

Quest'apparecchio soddisfarebbe al fine, se non si avesse che una specie di gas: ma se vuolsi esaminar separatamente quello che si sviluppa da ogni metallo particolare, ben si vede essere insufficiente. In tal caso ecco quello che io proporrei. Bz, Bc (fig. 69) sono due palle di vetro comunicanti fra loro per mezzo d'un grosso tubo *t*, ed hanno una bocca *gg* che può chiudersi con un turacciolo attraversato da un fusto di zinco per B*z*, e d'argento per B*c*: la parte opposta alla bocca termina con un tubo di vetro che va a ricurvarsi in un apparato pneumato-chimico sotto dei recipienti a tal effetto preparati. Quando si vuol mettere in uso quest'apparecchio si riempion le due palle per la bocca, essendo allor turati i due tubi; empite le quali si chiudono coi loro turaccioli armati del loro fusto: e dopo avere sturato i tubi

si pone la loro apertura sotto i recipienti disposti sulla tavoletta della tinozza pneumato-chimica Si fa allora la comunicazione all'esterno fra i fusti metallici. Le bolle che tosto sviluppansi da ogni estremità dei fusti si elevano nel tubo che a lor corrisponde, e vanno al vertice de' piccoli recipienti: così può esaminarsi separatamente di quale specie è il gas prodotto da ogni fusto.

*Azione del galvanismo sui liquidi più complicati.*

Se voglionsi precipitazioni, separazioni ec., è assai più conveniente l'apparecchio *a corona di tazze*, col qual mezzo si può esaminar l'azione galvanica sopra più liquidi nel tempo stesso. Perciò preparate le tazze con gli archi metallici (fig. 33) nelle diverse tazze della corona si mettono i diversi liquidi da esaminarsi, e si fanno comunicar le due ultime per mezzo d'un conduttore metallico.

*Apparecchio d'Aldini.*

V (fig. 70) è un vaso di vetro o di porcellana, ricoperto da un'assicella con due fori *tt*, in ognuno de'quali si fan passare a confricazione due fili metallici un poco forti ma tuttavia flessibili per potergli far girare nella loro estremità destinata a tuffare nel liquido e porgli in tal modo a piccola distanza fra loro. Quanto all'estremità che resta all'esterno, ha un piccolo gangio, a cui si adatta un fil conduttore, il quale va a comunicare con una delle estremità dell'elettromotore. Poco dopo la comunicazione il liquido messo nel

vaso comincia a perdere di sua trasparenza e colore, diviene globuloso, e successivamente prova le differenti modificazioni particolari ad ogni sostanza, che così si sottopone all'azion del galvanismo. Così appunto molti Dotti han ricercato e descritto le modificazioni operate sui liquidi vegetabili, e più specialmente ancora sui liquidi animali; e i lor primi saggi han provato che il Chimico troverà nel galvanismo un nuovo reattivo, che potrà divenir preziosissimo in mani esercitate nell'analisi di queste sostanze.

### *Azione del galvanismo sui solidi.*

III. L'apparecchio già descritto per esaminar l'influenza del galvanismo sull'ago calamitato può servire per qualunque altra sostanza che voglia assoggettarsi alla medesima azione. Se si vuol far agire l'elettromotore sopra sostanze che senza esser liquide pur son troppo molli per potersi sostenere sui fusti *a b*, *b d* (fig. 53) si posino sopra un supporto M isolante, e si faccian penetrare i due fusti ad una certa profondità nella materia da galvanizzarsi. Gli apparecchj già veduti somministreranno i pezzi primarj da disporsi secondo l'effetto da ottenersi.

### *Esperienze di B. Mojon per l'influenza galvanica nella putrefazione.*

Formate delle coppie, rame e zinco, per montare un elettromotore. Sopra ogni coppia ponete un tondo di carne muscolare fresca, e

ponete a pila subito tutte queste coppie nel modo solito. Avrete un elettromotore differente dal comune per il tondo che separa le coppie metalliche. Serbate da parte un pezzo della carne medesima, il quale perchè possa servirvi di punto di comparazione, lascerete sulla tavola nell' atmosfera stessa e nell' istessa temperatura dell' elettromotore. Fate una comunicazione fra le due estremità dell' apparecchio con un grosso fil di metallo per istabilir la corrente galvanica. Quando il pezzo di carne lasciato fuori dell' apparecchio sarà divenuto livido, e l' odore ammoniacale avrà provato il suo cangiamento di stato e la sua putrefazione, le parti della stessa carne frapposte fra i dischi metallici saranno ancora senza sensibile alterazione. Se se ne ritirano alcuni pezzi, prestissimo si vedranno alterare, laddove quelli che si lasceranno nell' apparecchio, si conserveranno senza provare alcuna putrida fermentazione.

*Osservazione.*

I risultati dell'esperienza di B. Mojon son costanti, come hanno osservato varj Fisici e specialmente Larcher Daubencour e Zanetty; ma la spiegazione che ne dà B. Mojon, riportata da Aldini, non ne presenta, per quanto pare, la vera causa. „ Sembrerà sulle prime potersi concludere da quest' esperienza, dice il Professore Aldini, (*saggio teorico ed esperimentale.* T. 2. p. 29), che il galvanismo impedisce la putrefazione delle sostanze animali dando loro nel tempo stesso una disposizione a putrefarsi assai

più presto, quando più non sono esposte alla sua azione. Ma se facciamo attenzione a tutte le circostanze che han luogo in questa esperienza, vedremo, come dice benissimo il Dr. B. Mojon, che si deve attribuire una proprietà anti-putrida non già al fluido della pila, ma bensì alla grand' affinità che le lastre metalliche componenti la pila hanno per l' ossigeno, il quale essendo assorbito dai metalli non può portarsi sulle sostanze animali per formarvi del gas acido carbonico, dell' acido nitroso, dell' acqua, ed altre combinazioni che han sempre luogo nella decomposizion putrida ,, L' acido carbonico, l' acido nitroso ec. si trovan sempre in realtà nelle decomposizioni putride: ma come vi si trovano? come *prodotti*, come risultati formati dopo la separazione de' primi principj delle sostanze animali, che sono, come già si sa, l' idrogeno, l' azoto, il carbonico e l' ossigeno, ai quali spesso si trovano uniti lo zolfo, il fosforo, e diverse specie di fosfari. Ma bisogna forse ricercare nell' assenza o nel difetto delle combinazioni, che non sono che il prodotto della putrefazione, il perchè essa non ha luogo, il perchè essa è ritardata o sospesa? Per quanto sembrami, si dee piuttosto ricercare in quella delle condizioni, che son necessarie perchè essa si stabilisca e si sviluppi. Ora queste condizioni notate dal Chimico che le ha più osservate e meglio conosciute, sono, dopo la cessazion della vita l' *umidità e un calor moderato* (*sistema delle cognizioni chimiche* T. 9. p. 100.). Dunque al pronto toglier l' umidità dalla sostanza messa a prova, il che si fa ad evidenza dall'

azione de' metalli, si dee principalmente attribuire l'effetto dell'esperienze di B. Mojon, piuttosto che all'assorbimento dell'ossigeno per mezzo de' piani metallici.

## ARTICOLO III.

### *Degli effetti fisiologici dell'elettromotore.*

Accanto all'elettromotore EL (fig. 65) ponete un vaso con entro una dissoluzion di muriato di soda, o meglio ancora di muriato di ammoniaco, e due cilindri di metallo CM, CN. Tuffate ambedue le vostre mani in questa soluzione, e avendole ben bagnate, soprattutto nell'interno, prendete con ciascuna uno de' due cilindri CM, CN, e dopo avere appoggiato quello della mano sinistra sul bottone della lastra inferiore *dp*, toccate con quel della destra il bottone *b* del disco *z*. Nell'atto del contatto proverete una specie di commozione meno fiera e meno istantanea di quella della boccia di Leida, che è la sola che vi si può mettere in paragone. Rinnovando il contatto, si rinnova anche l'effetto con un intensità, che sul principio va crescendo a poco a poco fino ad un certo periodo, dopo il quale scema e finisce collo sparire interamente; mentre che la boccia di Leida non dà, come si sà, che due commozioni, la seconda delle quali è poco sensibile se si ritocca il bottone subito dopo aver ricevuto la prima.

### *Modo di esporre all' azion galvanica qualunque parte del corpo.*

P, *p* sono (fig. 72) due pinzette di rame rotondeggiate al loro vertice e armate d'un manico di vetro T, le quali posson serrarsi coll'anello *c* a guisa d'un matitatoio: *f*, *f* son due fili di ottone terminati da un lato con un gangetto e dall'altro con un bottoncino, ambedue forti e capaci della flessibilità necessaria per muover facilmente l'estremità *b*. Quando si vuol sottoporre all'azione galvanica una parte qualunque d'un animale vivo o morto, si fissano i due fili metallici *f*, *f* per il loro gangetto, uno al bottone *b* dell'elettromotore (fig. 65), l'altro al gangetto della doppia lastra *p*, e si prende ciacuno di essi per fissarlo nelle pinzette P, *p*, alla distanza conveniente per l'estensione che lor si propone di dare. Presa allora con ambedue le mani per il suo manico isolante ciascuna delle pinzette, si pongono i due bottoni de' fili metallici in modo che la parte da galvanizzarsi si trovi fra ambedue. 1.° Questi due bottoni posti sopra differenti parti nervose e muscolari d'un animale di fresco notomizzato, fanno contrarre i muscoli a cui appartengono queste parti, e producono de' movimenti tanto più forti, quanto maggiore è il numero delle lastre dell'elettromotore. 2.° Questi due bottoni posti sulla lingua d'un uomo vivo gli fanno provare un sapore più o meno sensibile secondo la forza dell'apparecchio, il diametro e la qualità de' fili. Se uno si ferma su queste sensazioni per determinare la specie del sapore, si trova che il sapore del filo che viene da *zb*, è acido, e il sapore prodotto dal con-

tatto col conduttore che viene da *da*, ha qualche cosa d'alcalino. Se si vuole ripeter spesso quest'esperienza, è bene servirsi d'un fil d'argento o di platina, la di cui ossidazione essendo più lenta e meno nocevole lascia meno a temere per gli effetti secondarj che potrebber risultare da un gran numero di questi contatti. 3.° Se il nervo ottico o alcuna delle sue ramificazioni si trova nella parte compresa fra i due bottoni *bb*, si prova una sensazione, che non può meglio indicarsi che col nome di *Lampo galvanico*. Ritter e dopo lui molti altri Fisici hanno osservato, che l'occhio in contatto col conduttore che viene da *dp*, provava la sensazione d'una fiamma rossiccia, mentre che provava quella d'una fiamma turchinetta quando era in contatto col conduttore che viene da *zb*. 4.° Se i due bottoni pongonsi nelle due orecchie, si prova un ronzio e come un romor sordo, che può divenir faticoso, e che Volta giudicò bene d non prolungare di troppo. Grapiengesser ha osservato, che il bottone che parte dal disco *z*, eccita una scossa nell'organo che gli corrisponde con delle irradiazioni rimarchevoli, mentre che l'altro cagiona un dolor pungente. 5.° Il bottone che vien da *bz* essendo in contatto colla membrana delle narici, se colla mano si tocca l'altro filo o la lastra doppia *dp* dell'apparecchio, si prova nel naso un dolor lancinante insoffribile e una forte voglia di starnutire. Se al contrario s'introduce nelle narici il bottone che viene da *dp* e colla mano si tocca l'altro bottone *bz* dell'apparecchio, si prova nel naso un dolor pungente.

In generale ogni organo ed ogni parte del corpo vivo che si porrà così fra i due bottoni di

questi fili conduttori, proveran delle sensazioni relative alle loro funzioni e alla loro eccitabilità. M'allontanerei troppo dal mio limite, se quì dettagliassi tutti gli effetti di simil genere pubblicati da chi si occupa dell'applicazione del galvanismo all'economia animale e soprattutto da' Medici Tedeschi. Mio disegno era sol di descrivere i mezzi d'ottenerli; ed ho creduto intanto di dover richiamar l'attenzione de' Fisici sulla differenza considerabile fra quasi tutti gli effetti delle due estremità dell'elettromotore, che io presento come il filo che non debbon mai abbandonare coloro che voglion giungere a nozioni più soddisfacenti di quelle che finora abbiamo, sulla vera causa non solo degli effetti galvanici, ma ancora de' fenomeni elettrici.

## SEZIONE IV.

*Delle diverse costruzioni dell' elettromotore.*

Gli effetti descritti (Art. II. Sez. III.) che hanno luogo anche sui pezzi dell apparecchio, hanno dei risultati incomodi all'estremo, e scemano considerabilmente i servigj aspettati in origine da questo strumento Limitano essi le funzioni dell'elettromotore a una durata troppo breve rispetto al genio di chi si dà a queste ricerche o farne vorrebbe delle frequenti applicazioni: e le operazioni indispensabili per rimetter nel suo stato un apparecchio quando è spossato, son capaci, se non altro per il tempo che esigono, di scoraggire lo sperimentatore il più fervido. Volta che dovè essere il primo ad avvedersene, fu anche il primo

a cercarne il rimedio. Chiudendo egli la pila già preparata nella cera o nella pece per ritardare la svaporazione del liquido, giunse così a formar due colonne elettriche, che lavorassero per più settimane, di cui sperava, diceva egli, conservar l'azione per più mesi. Cercò inoltre di render più facile la montatura della colonna col far insieme saldare un disco *rame* e un disco *zinco*, onde così le coppie son già preparate e non devon ripulirsi che due superficie invece di quattro. Parve che Volta si limitasse a questi miglioramenti: ma molti Fisici han fatto al suo apparecchio molti cangiamenti, col fine o di renderlo d'un uso più comodo, o di aumentarne l'intensità degli effetti, o di procurarne la permanenza, come vedremo ora in tre articoli diversi.

## ARTICOLO I.

### *Delle modificazioni dell'elettromotore di Volta per renderlo d'un uso più facile.*

Conosco solo tre apparecchi, con cui hanno gli AA. cercato di facilitare l'uso dell elettromotore, 1.° la *pila portatile* di Volta, 2.° l'apparecchio a cassette di Cruikshank, 3.° le pile a ciotola d Aldini.

### *Pila portatile di Volta.*

I. Sopra un piano circolare d'ottone (fig. 73) S, e sopra ciascun angolo d'un triangolo equilatero inscritto in questo circolo si elevino tre fusti di rame, che si fan passare in tre tubi di vetro un poco meno lunghi, perchè l'estremità de fusti di-

rame che oltrepassano, possa fissarsi in un piano circolare e forato al suo centro C P. Fra i fusti e sulla base si pone il numero delle coppie, *rame* e *zinco*, di cui è capace l'apparecchio, separandole al solito con un tondo di drappo bagnato: i dischi *rame* e *zinco*, che forman le coppie, son saldati insieme. E F è uno stuccio di latta per mettervi dentro l'apparecchio. La parte superiore B destinata a chiuder lo stuccio è attraversata verticalmente da un tubo di vetro guarnito d'un fusto di metallo che termina in un bottone *z* all'esterno, e inferiormente in una piccola lastra, che dee riposare sul disco superiore dell'apparecchio, quando essendo esso nello stuccio si sarà chiuso il coperchio. Così il fusto *zc* è isolato dal pezzo stesso che lo tiene, e la colonnetta non comunica collo stuccio che nella base, essendo in tutto il resto isolata dai fusti di vetro. Preparato che è al solito il piccolo elettromotore S C si chiude nello stuccio E F con porvi il suo coperchio B, che si adatta a baionetta sull'orlo. Ora non si dee far altro che portare il bottone *z* sulla parte da galvanizzarsi. Comecchè si tiene in mano lo stuccio che comunica colla base, si è insieme in contatto colle due estremità dell'apparecchio, e dee però provarsene gli effetti ordinari. Così quando tenendo lo stuccio in una mano si fa toccare il bottone *z* alla sua lingua si prova il sapore proprio del filo conduttore che viene dal disco *zinco* nell'apparecchio ordinario, mentre che si prova il sapore che dà il filo proveniente dal disco *rame* quando tenendo il piccolo apparecchio per il bottone *z* si avvicina la lingua ad una parte qualunque dello stuccio.

Se si vuol raccoglier l'elettricità per esami-

narne la natura, si dee porre sulla sua sinistra il condensatore, e colla destra tenendo il piccolo apparecchio per il suo stuccio, si versa per dir così un'elettricità *positiva* facendo toccare il bottone *z* al disco metallico del condensatore; e *negativa* facendo riposar l'apparecchio sul condensatore, e toccando colla destra il bottone *z*.

Se si vuol far agire quest'elettromotore sopra un animale, si devon toccare i suoi muscoli colla sinistra e portare sui nervi il bottone *z*.

Ora affinchè quest'apparecchio sia portatile, ben si vede, che molto limitato esser deve il numero delle coppie, onde gli effetti non possono esser che relativi al numero di esse. Ma si può aumentarle prendendo due simili apparecchi, ognuno nel suo stuccio, ma montati inversamente, cioè uno avrà le coppie in modo che lo zinco riposerà sulla base, e nell'altro vì riposerà il rame. E allora tenendo uno di questi apparecchi in ambedue le mani si fan toccare per il loro bottone *z* per provare gli stessi effetti di quando si toccano le due estremità d'un elettromotore ordinario, ma con un'intensità doppia di quella che si avrebbe con un solo stuccio. Un tal apparecchio ha il vantaggio di poter esser trasportato bello e preparato, e d'esser facilissimo a maneggiarsi; e quando è doppio, è abbastanza forte per servir comodamente alle esperienze ordinarie.

*Cassetta o tinozza galvanica di Cruikshank.*

II. A F B son tre regoli (fig. 74) eguali in tutte le dimensioni, e destinati a formare coi pezzi E S una cassetta, il cui fondo sarà F, quando

tutti gli altri pezzi saran rilevati a angolo rette sopra F che resta nel posto. Prima di questa riunione si dee aver fatto fare delle scanalature corrispondenti in ciascun pezzo A B F bene inverniciati al pari di E S perchè resistano all' azione dei fluidi, di cui si vorrà riempirli. Si guarniscon le scanalature con un cemento resinoso, il quale mentre è ancor caldo, vi si pongon le coppie de' dischi metallici già preparati, contro de' quali si applica il cemento stesso che allora strabocca, mentre è ancora nello stato di un corpo molle. Le coppie così situate forman tante cellette da riempirsi di una soluzion conveniente per avere, come nell'apparecchio ordinario, delle coppie di dischi, che son separate l'una dall'altra da una sostanza umida. L'apparecchio di Cruikshank era composto di due cassette simili (fig. 75) ciascuna di 120 paia di lastre, *argento*, e *zinco*. Sul principio si metton le due cassette in comunicazione con un filo metallico nella succession conveniente, cioè che l'estremità terminata in zinco nell' uno comunichi con quella che comincia dal rame nell'altra; quindi si avvicinano le due estremità opposte nel punto il più comodo per le esperienze da farsi, il che può aversi facilmente perchè queste due cassette possono esser poste parallele. Così si hanno sotto la mano le due estremità opposte dell' elettromotore, che equivale a una colonna di 240 paja. Quando le superficie metalliche dell' apparecchio per aver lavorato lungo tempo si son vestite d' ossido, si puliscono con una spazzola, e si riempion di nuovo le cellette della soluzione opportuna.

*Osservazioni.*

Quest'apparecchio sarebbe senza dubbio comodissimo, se facile fosse, come si dice nella *Biblioteca Britannica*, il ripulirlo: ma io non conosco spazzola atta a ripulire lo zinco quando è ossidato, e maggiore è ancora la difficoltà nella disposizione dell'apparecchio. Ne ho veduto uno portato da Londra dal Professore Aldini, in cui le cellette non avean più che quattro linee d'intervallo, onde non vedo come con una spazzola, che dovrebbe avere dimensioni anche minori, si potessero ripulire i canti d'ogni celletta. Vi è di più un altro inconveniente, che aveva fatto abbandonare quello che ho veduto; ed è che, quantunque il legno sia inverniciato, i liquidi che riempion le cellette, alfine lo fanno ingrossare e curvarsi. Benchè possa rimediarsi a simili inconvenienti, ciò non può farsi che con mancare alla semplicità, cosa da desiderarsi in tali apparecchi.

*Apparecchi d'Aldini.*

III. Il Professore Aldini si è molto occupato nello sbarazzar l'elettromotore da tutte queste operazioni accessorie e importunissime per l'esiger che fanno e di tempo e di diligenza. Ha perciò procurato di prepararsi un apparecchio, che fosse sempre pronto a lavorare, e che però avesse il vantaggio di quello di Cruikshank senza averne gl'inconvenienti. Con tali vedute profittando egli dell'idea de' calicetti di Allizeau costrusse l'apparecchio seguente.

*Primo apparecchio d'Aldini.*

Sopra un disco di zinco *z* (fig. 76) di buona grossezza se ne salda uno di rame *c* d'un diametro un poco più grande, intorno a cui si fa un cerchio di rame *b* che col disco dello stesso metallo forma un calicetto saldato sul disco *zinco*: *r* poi è un tondo di legno di piccolissimo diametro e d'un altezza un poco minore di quella del circolo di rame; avendo un numero di questi calicetti secondo l effetto che se ne brama, si pone il primo su una larga lastra di zinco fissata nello zoccolo, una porzione della quale oltrepassa la circonferenza, come la doppia lastra di rame nell apparecchio ordinario (fig. 47); in mezzo ad esso si pone uno de' piccoli tondi, su cui si mette un altro calicetto con la bocca in alto come il primo, e poi un tondo nel mezzo, e così di seguito. Messi che sian tutti a pila in tal maniera, l'apparecchio è in ordine per le esperienze come si vede (fig. 77). Quando si vuol adoprare, si immerge verticalmente nel liquido a tal effetto preparato, onde se n'empie ogni calice, e così restan le coppie metalliche separate fra loro dalla sostanza umida, e però capaci di produrre gli effetti dell'elettromotore ordinario, i quali son gli stessi e si hanno nel modo stesso con comunicare fra loro le due estremità. Ma quando si lascia di adoprarlo, si rovesci l'apparecchio e se ne tolga l'umidità, come può farsi con prontezza e facilità più che nell'apparecchio a tondi di drappo o di cartone. Questo dee esser necessariamente smontato di tutti i pezzi, se si vuol far cessar la sua azione; e l'altro resta sempre montato tutto, e

pronto ad agire di nuovo al primo bisogno., Ecco, dice Aldini, una tinozza perpendicolare, in cui avete un apparecchio sempre preparato senza avere il difetto di non poter ristabilirlo che con molta pena., Facendo de' saggi, soggiunge, con quest'apparecchio, si vede che l'azion galvanica continua anche dopo aver fatto sgorgar l'acqua dai calici: cosa che l'impegnò a far costruire un apparecchio anche più semplice.

*Secondo apparecchio d'Aldini.*

TV (fig. 78) è un baston di cristallo fissato su uno zoccolo di legno; *c b* son piccoli cerchi di legno di poca grossezza e di diametro un poco più grande di quello del bastone di vetro, a cui debbon essi servir d'anello; *c z* son coppie di dischi, *rame* e *zinco*, saldati insieme con avere nel loro centro un'apertura circolare del diametro del fusto TV. Per montar quest'apparecchio si dispongono le coppie nel medesimo senso, cioè che lo stesso metallo sia sempre di sopra, e s'infilzano sul fusto TV senza altro pensiero che d'infilzare ancora un anello di legno fra ogni coppia metallica. Nell'apparecchio così montato (fig. 79) le coppie si trovan separate fra loro da una lama d'aria, della grossezza dell'anello, invece di esser separate, come nell'apparecchio ordinario, da tondi di drappo. Quando poi se ne vuol far uso, s'immerge come l'altro nel liquido a ciò preparato, d'onde s'estrae verticalmente. Il liquido a principio ha inviluppato tutte le superficie che per l'avanti lo erano dall'aria; quando poi se ne ritrae l'apparecchio, il liquido scorre via., Ma,

dice Aldini, l'umidità che resta alla superficie delle lastre basta per far agir l'apparecchio. Penso, soggiunge egli, che questa disposizione debba preferirsi a motivo della sua semplicità ad altri istrumenti galvanici, perchè si può ristabilire a piacere la sua energia colla semplice immersione. So che l'azione non può esservi durevole; ma quest'incomodo apparente non potrebbe essere considerato come un vantaggio reale? In una lunga serie d'esperienze non sarebb'egli bene il sospendere a piacere l'ossidazione delle lastre metalliche, e rinnovarla soltanto quando se ne ha bisogno? Non si conserveranno meglio così le lastre di quello che accada nella colonna o nelle tinozze ordinarie?,,

*Osservazioni.*

Le esperienze che il Professore Aldini farà senza dubbio co'suoi apparecchi da lui costruiti corrisponderanno a queste questioni, ed è da desiderarsi che esse confermino la buona opinione che ne ha concepita. Tuttavia ben si vede, che il secondo apparecchio nulla aggiunge alla semplicità del primo per la manipolazione ma solo per la costruzione, e che se questo vantaggio può renderlo meno costoso, sarà anche d'un servizio più debole e spesso insufficiente; poichè si sa che un elettromotore non agisce subito dopo esser montato, e che la sua azione non comincia a manifestarsi che qualche tempo dopo. Dunque ad ogni immersione bisognerebbe aspettare il ritorno dell'azione, e il suo effetto, che non può essere che fuggitivo, non darebbe il tempo d'osservarlo in

molte circostanze prima che principiasse a decrescere. Quanto al primo apparecchio io non vi trovo d'inconveniente che la difficoltà di levar bene l'umidità dalle superficie de'calicetti quando si vuol abbandonar l'esperienze. Senza ciò sarebbe questo fuor di dubbio l'apparecchio il più comodo fin quì immaginato e eseguito.

## ARTICOLO II.

*Delle modificazioni fatte all' elettromotore di Volta per aumentarne gli effetti.*

Le prime esperienze fatte coll'apparecchio di Volta fecer subito nascere il desiderio di aumentarne gli effetti, e il mezzo che sul principio presentossi per ottener quest'aumento fu di moltiplicare il numero delle coppie metalliche. L'altezza delle colonne che si portò fino a cento coppie fece conoscer molti inconvenienti, il maggior de'quali era la pressione grande che il gran numero di dischi faceva sui tondi di drappo bagnato, che separavan le coppie inferiori; pressione che scacciando il liquido de'tondi, affrettava il loro prosciugamento, e così diminuiva l'effetto che voleasi aumentare. Perciò a scanso di tale inconveniente si fecero due e tre colonne poste sul medesimo zoccolo e disposte in modo che per le comunicazioni stabilite l'effetto totale fosse doppio o triplo di quello d'ogni colonna senza aver l'inconveniente già accennato.

Ma fra tutti gli apparecchi immaginati finora col fine d'aumentar la forza dell'elettromotore, i più considerabili sono *l'apparecchio a larghe la-*

*stre* de'CC. Fourcroy, Vauquelin e Thenard, e il *grande apparecchio galvanico* di Pepys, che è una modificazione del primo.

*Apparecchio a larghe lastre.*

Non si era messo in uso altro mezzo finora per aumentar gli effetti galvanici, che quello di moltiplicar le coppie de' dischi, quando i celebri Chimici Fourcroy, Vauquelin e Thenard ricercando quel che poteva produrre una maggior dimensione data agli elementi dell' apparecchio ordinario furon condotti alla scoperta di nuovi effetti, dei quali però si brama una spiegazione soddisfacente. Per istudiar questi effetti bisogna avere trentadue lastre di rame e altrettante di zinco, di quindici centimetri quadrati di superficie, e di tre in quattro millimetri di grossezza: di più ci vogliono tanti pezzi di drappo bianco delle stesse dimensioni, e otto pezzi del drappo stesso ma di tre decimetri quadri di superficie. Si pongono su un medesimo piano quattro di queste lastre di rame a contatto fra loro da due parti (fig. 80). Sopra di esse se ne pongono quattro altre di zinco nel modo stesso, e si ricoprono di un pezzo grande di drappo di tre decimetri quadrati già bene imbevuti di una dissoluzione saturata di muriato d'ammoniaco. Così colle trenta due lastre di metallo si hanno otto strati simili di tre decimetri quadrati di superficie. Sotto lo strato inferiore e però a contatto colle lastre di rame si pone il capo d'un fil d'argento, di cui l'altro capo è fornito di un fil di ferro finissimo, rivolto a spirale, la cui punta libera eccede il fil d'argento. Nell'istante in cui

il fil di ferro tocca la lastra superiore z dell'apparecchio, diventa rosso e lancia de' razzi vivissimi. Talora s'infiamma nell'aria atmosferica, e sempre nel gas ossigeno dove presenta i fenomeni dell'esperienza d'Ingenhouz. Spesso nell' aria atmosferica si fonde a globetti dando vive scintille, e la porzione accanto alla porzione fusa si spezza come l'ossido di ferro.

Facendo l'esperienza con due fili, che partendo ognuno da un'estremità opposta dell'apparecchio vanno a presentarsi al contatto nel gas idrogeno o nel gas acido carbonico, il fil di ferro al contatto divien luminoso. Ma quì, dice il celebre Fourcroy, non si ha che un'incandescenza, perchè il filo di ferro si trova poi non aver cangiato che di colore, e conservare la sua duttilità. La stessa incandescenza si manifesta facendo l'esperienza sotto il mercurio con dei gas e dei conduttori bene asciutti; così il primo effetto non è dovuto all'aria decomposta sui fili conduttori, ma bensì a due cause riunite. Quando il movimento del fluido galvanico fa divenir rosso il ferro, allora l'ossigeno dell'aria dove è immerso, l'infiamma, lo brucia con decrepitazione o deflagrazione.

Piccole particelle di zinco poste sulla lama superiore e toccate con un fil d'ottone comunicante colla lama inferiore, son talvolta ridotte in polvere o in fumo nel momento del contatto, e si produce allora una decrepitazione sensibilissima ma senza infiammazione. Bensì questi effetti non son tanto costanti quanto quelli che si hanno col fil di ferro.

Gli effetti fisiologici e chimici prodotti da

quest'apparecchio son lungi dall'aver l'intensità che era naturale l'aspettarne: le commozioni son poco sensibili, e la decomposizion dell'acqua si fa lentissimamente.

*Altro uso dell'istesso apparecchio.*

Invece di disporre le trentadue lastre a strati di quattro, come sopra, se si pongono pezzo per pezzo e a coppie nel modo consueto, separando le coppie con pezzi di drappo imbevuto, e delle stesse dimensioni, si avrà sempre l'istessa superficie formando questa volta trentadue strati invece di otto, ma quattro volte meno estesa. Tale apparecchio non produce effetti fisici sì energici come l'altro: l'incandescenza e la fusione son limitatissime, e non si ottiene nè infiammazione nè deflagrazione. Ma in questa disposizione son molto più intensi che nella prima gli effetti fisiologici e chimici: le commozioni son molto più vive, e la decomposizione dell'acqua assai più rapida. „ Così, dice il celebre A, la potenza galvanica che fa rossi i metalli, e quella che decompone l'acqua o che eccita i movimenti muscolari, seguono differenti progressioni: la prima segue la grandezza delle lastre metalliche sovrapposte, la seconda segue il numero delle sovrapposizioni; la prima cresce coll'estensione e non per il numero, la seconda s'accresce per il numero degli strati senza esser sensibilmente aumentata per l'aumento di loro estensione. Essendo la stessa la superficie totale si può produrre a piacere l'uno o l'altro di questi effetti; l'infiammazione del ferro con poche delle lastre grandi, la commozione violenta con le me-

desime lastre divise e sovrapposte. Il primo fenomeno è in ragion inversa del secondo.,, Si vede che quest'apparecchio, il quale da principio sembrava prometter solo un aumento d intensità negli effetti, offrì de'risultati fin allora ignoti, e che presentano uno de'fatti i più curiosi fra quelli spettanti al galvanismo. Ed ecco come la face dell esperienza non splende mai invano nelle mani di chi è abituato a dirigerne la luce.

*Grande apparecchio galvanico di Pepys.*

Dando all' apparecchio descritto la forma di quello di Cruikshank, il Sig. Pepys ha costruito a Londra il più potente apparecchio galvanico finor conosciuto per produrre l' infiammazion de' metalli. A A (fig. 81) son due casse o tinozze galvaniche di Cruikshank: 30 paja di dischi son fissate a cemento in altrettante scanalature fatte nella grossezza della tinozza di legno d' *acajo*, bene inverniciato perchè resista all' azion de' fluidi, di cui si vorranno empire; così le 30 paja di dischi formano un egual numero di cellette. Ogni disco ha 6 pollici e però 36 pollici quadri di superficie da ogni parte; e perchè servano lungo tempo anche quando sono stati immersi in liquidi molto acidi, sono di una grossezza tale che ogni coppia pesi 4 in 5 libbre. Ad ogni estremità delle tinozze è un orecchione che gioca sulle traverse B della cassa in cui è montato l' apparecchio. Gli orecchioni son disposti in modo che essendo immediatamente al di sotto il centro di gravità della tinozza a cui spettano, le tinozze re-

stano in equilibrio, e facilmente girano per votarle. Al di sotto delle tinozze è un bacino o cassetta piatta C di latta inverniciata per ricevere i fluidi che cadono dalle tinozze nel votarsi. D ( fig. 82 ) è un complesso di 6 imbuti disposti in modo da entrare in altrettante cellette. E ( fig. 83 ) è un vaso di stagno con 6 spartimenti fatti a becco, ognun de' quali contiene esattamente il liquido stesso d'una celletta. Per mezzo dell' imbuto composto D e del vaso E, presto e facilmente s'empiono le tinozze col solo tuffare il vaso B nel liquido destinato, perchè ogni becco di B lo versa nell' imbuto respettivo, e questo in una celletta della tinozza. FF ( fig. 84 ) son fusti di rame che hanno un anelletto a cercine, i quali passano nei fori del coperchio della cassa quando è chiusa, e comunicano colle cellette delle estremità delle tinozze. GG ( fig. 85 ) son due conduttori metallici composti di due pezzi uniti per mezzo d'un tubo, per unirsi poi i pezzi da basso anche coi principali conduttori FF: così i conduttori son mobili e prendono le direzioni che più convengono alle varie esperienze. I ( fig. 86 ) è un arco metallico che unisce le tinozze per le loro estremità. Ora riempite le cellette, unite le tinozze per mezzo dell' arco metallico, chiuso il coperchio, e situati i primarj conduttori, l'apparecchio forma una cassa o tavola galvanica priva d' ogn' imbarazzo e benissimo adattata a tutte le esperienze che voglian mai farsi. In un saggio fatto da Pepys di quest' apparecchio alla presenza di molti Dotti, le tinozze furon empite con 32 libbre d' acqua imbevuta di 2

libbre d'acido nitroso concentrato; colla quale si ottennero i seguenti risultati: 1.° fili di ferro da $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{100}$ ec. fino a $\frac{1}{10}$ di pollice di diametro bruciarono con spandere una viva luce; 2.° il carbon di bosso non solo bruciò ai punti del contatto, ma fu sempre acceso anche al di là di 2 pollici; 3.° il piombo in foglia si fece rosso, bruciò vivamente, e lanciò un piccolo vulcano con delle gerbe di scintille e di fumo; 4.° lo stagno in foglia si consumò spandendo vivissima luce, scintille, e fumo; 5.° le foglie d'argento diedero una luce verde, intensa e assai viva, senza scintille e con molto fumo; 6.° l'oro in foglia restò consumato con una luce bianca, fulgida, brillante, e con fumo; 7.° il fil di stagno d' $\frac{1}{8}$ di pollice di diametro restò messo in fusione, bruciato e ossidato con gettar molto splendore; 8.° il fil di platina d' $\frac{1}{16}$ di pollice di diametro divenne rosso a bianco e si fuse in globetti ai punti del contatto; 9.° la polvere da cannone, il fosforo e le sostanze infiammabili restarono nell' istante messe in fuoco facendo lor toccare i conduttori armati di carbone; 10.° dopo avere il fluido galvanico percorso una catena di 16 persone che si tenevano per le mani già bagnate, fu capace di accendere anche il carbone.

La miglior maniera per queste esperienze è di introdurre in una terrina piena di mercurio puro uno de' principali conduttori e di fissar sull' altro le sostanze su cui si opera: le foglie e le lame di metallo vi si attaccano bagnandole, gli altri corpi possono attaccarvisi.

## ARTICOLO III.

### *Delle modificazioni fatte all' elettromotore di Volta per aumentar la durata di sua azione.*

La permanenza dell' azione dell' elettromotore era fuor di dubbio il perfezionamento che più dovea bramarsi da' Fisici; e questo appunto hanno essi più ricercato. La teoria di Volta gli metteva sulla strada mostrando loro la sostanza umida come conduttore, e dietro a ciò ognun doveva pensare, che per costruire un apparecchio permanente non vi era da trovare che una sostanza secca che possedesse, nel grado stesso dell' acqua, la facoltà conduttrice senza esser decomponibile come essa per l' azione stessa de' dischi che essa dovea separare. Gautherot fu uno de' primi che si occupasse in questa ricerca, dove se non è stato il più felice, si può dire che fu il più costante ed infaticabile. Unitamente ai suoi principali tentativi abbiam da presentar quelli di Hachette, Desormes, di Humphry-Davy, del Dr. Hauff, e d' Allizeau che finor più d' ogni altro si è avvicinato al limite.

### *Pile di Gautherot a un sol metallo, e senza metalli.*

I. Le numerose ricerche di Gautherot sulla proprietà conduttrice di differenti sostanze, e in particolare del carbone, lo condussero a pensare che potrebbe con successo sostituirlo

all' argento, cioè a comporre collo zinco e col carbone una batterìa galvanica. ,, Vi son finalmente giunto, dice egli, dopo molti tentativi infruttuosi, perchè non tutti i carboni si trovano egualmente esser buoni conduttori. Incoraggito da questo successo mi occupai specialmente nella ricerca de' corpi non solo conduttori, ma che di più sviluppassero un sapore sulla lingua, al loro contatto collo zinco, persuaso che sarebbero anche proprj a formarne degli apparecchi galvanici. Nè tardai ad avvedermi di una reciprocità d'effetti fra questi corpi conduttori e quelli che sviluppano il sapore. Le mie ricerche mi fècero estender la classe de' corpi conduttori, e vidi che bisognava aggiungere al carbone alcune piriti o solfuri di ferro, il carburo di ferro o la piombaggine, e anche uno scisto nero o la matita nera da legnaiolo. Fatto già il saggio di alcune di queste sostanze collo zinco per formarne una batteria, saggiati fra loro diversi metalli differenti dallo zinco, combinatili coi fossili di cui ho parlato, e ottenutone il successo che me n' aspettavo, sospesi queste sorti di ricerche, qualunque potesse paremene l' importanza, per occuparmi in un altra ricerca più interessante quale è quella di formare un apparecchio *senza il soccorso d' alcun metallo*. Dopo molti tentativi infruttuosi e cure minute sono alfin giunto a costruire col carbone e lo scisto di cui ho parlato, una pila di 40 piani, che dà un sapor vivo e piccante, accompagnato dal lampo, e produce infino la decomposizione dell' acqua, mentre la parte del carbone sviluppa il gas idrogeno; la quale ulti-

ma circostanza allontana ogni sospetto dell' influenza de' metalli e anche di quella del ferro, che potrebbe incontrarsi nello scisto, perchè se vi fosse, sarebbe la parte dello scisto quella che dovrebbe sviluppare il gas idrogeno, egualmente che lo sviluppa la parte del ferro, nelle batterie da me formate col carbone e col ferro ,,.

## §. II.

### *Pila asciutta d' Hachette e Desormes.*

Questi due dotti Fisici hanno fatto numerose ricerche per trovare il punto il più importante, cioè una sostanza che potesse fare l' ufizio dei tondi umidi senza provar per parte de' metalli la stessa azione che decompone i liquidi, de' quali si sono finora imbevuti i tondi di cartone o di drappo. Dopo molti altri saggi hanno essi stemperato dell' amido in una dissoluzione salina ben concentrata e in gran quantità per formarne de' tondi solidi che hanno resi asciutti, dando ad essi le stesse dimensioni de' dischi di metallo, di cui han montato il loro apparecchio nella maniera solita separando le coppie *rame* e *zinco* con tondi di questa composizione, e ne hanno ottenuto degli effetti galvanici. Bensì è da presumersi, che fosser questi assai deboli e di poca durata, e che debbano attribuirsi all' igrometricità di questi tondi; nel qual caso quest' apparecchio non ci fa avanzare d' un passo.

## §. III.

*Varj apparecchi galvanici di Humphry-Davy.*

Il Sig. Humphry-Davy nell'occuparsi degli effetti galvanici dell'elettromotore di Volta avea trovato che i dischi d'oro e d'argento, metalli pochissimo differenti nella lor facoltà conduttrice dell'elettricità, producevan l'azione galvanica quando si mettevano in contatto nella disposizione ordinaria con dei pezzi di stoffa bagnati d'acido nitroso allungato, e che i dischi d'argento e di rame mostravano ancora maggiore energia col nitrato di mercurio; vide in somma, generalizzando questo fatto, che la serie di dischi metallici incapaci d'agire come combinazione galvanica per l'interposizione d'un liquido acqueo, acquisterebbe questa facoltà quando si mettessero le lor superficie in contatto alternativo con degli acidi o altri fluidi capaci d'ossidar solamente uno dei metalli che formassero la serie. Tali fatti portarono Davy a supporre che la condizione dell'alternativa delle due sostanze metalliche con dei fluidi non fosse essenziale all'accumulazione dell'influenza galvanica se non che in quanto ella somministrasse delle superficie conduttrici, i di cui gradi d'ossidabilità fosser differenti; e che questa influenza si manifesterebbe egualmente, se dischi d'un sol metallo si trovassero in comunicazione per mezzo di diversi fluidi, di modo che non vi fosse che una delle lor superficie che fosse esposta all'ossidazione, restandone in tutto il resto uniforme la disposizione. Dietro a tal supposto fece un grandissimo numero d'esperienze sopra varie

disposizioni or del tale or del tal altro metallo con dei fluidi, e ne venne a fissare che molte di queste disposizioni facevan nascere l'influenza galvanica non solo per mezzo dell'ossidazione, ma ancora quando un'azione chimica, di diversa natura, avea luogo su qualche porzione dello stesso metallo. Ecco perciò tre sorti di combinazioni con cui ottenerne degli effetti galvanici per mezzo di apparecchi *di un solo metallo*.

*Prima combinazione.*

Questa prima combinazione rinchiude gli apparecchi in cui son disposti dischi o archi metallici semplici; di modo che le loro due superficie o estremità opposte siano in contatto coi fluidi differenti, l'uno capace, l'altro incapace d'ossidare il metallo. Se una tal serie è numerosa, e l'alternazione è assai regolare, si vedrà un'influenza galvanica analoga in tutti i suoi effetti a quella che sviluppa la pila ordinaria. Lo stagno, lo zinco e alcuni altri metalli facilmente ossidabili agiscon potentissimamente in queste sorti di combinazioni. Si può formare una batteria galvanica debole, ma capace d'agir sui sensi e di decomporre l'acqua, disponendo dei dischi di stagno pulito, d'un pollice quadrato di superficie e di $\frac{1}{20}$ di pollice di grossezza, cosicchè una delle superficie sia in contatto con dei pezzi di stoffa dell'istessa dimensione, inzuppati gli uni d'acqua, gli altri d'acido nitroso allungato o in soluzioni saline capaci d'ossidare il metallo, posti nell'ordine seguente: *stagno*, *acido* o *soluzion salina*, *acqua*; *stagno*, *acido*, ec. sino a venti assortimenti. Il filo

conduttore che comunica colla superficie in stato d'ossidazione, sviluppa dell'idrogeno, e quello che tocca la superficie non ossidata ( se è d'argento) depone l'ossido. Quando si fa uso dello zinco che nell'acqua s'ossida prestissimo, bisogna metter tre pezzi di stoffa, con impregnar il primo d'una debole soluzione di solfuro di potassa, che non ha azione alcuna sullo zinco e gl'impedisce d'agir sull'acqua; con bagnare il secondo d'una soluzione di solfato di potassa, la di cui gravità specifica è maggior di quella del solfuro; con temperare finalmente il terzo in un liquido ossidante, più pesante di ambedue le dette soluzioni. Se in tal caso si dispongono questi agenti nell'ordin seguente, zinco, liquido ossidante, tondo imbevuto della soluzion di solfato di potassa, altro tondo imbevuto di quella del solfuro di potassa, non si avrà che poco o punto di mescolanza fra questi liquidi, nè d'azione chimica fra di loro; e una serie di dodici di questi assortimenti forma una batteria che già produce effetti sensibili.

*Seconda combinazione.*

Si forma una seconda classe di combinazioni più attive con un metallo, esponendolo da una parte all'azione dell'acqua, dall'altra a quella del solfuro di potassa in liquore. Quando in una tal disposizione le alternazioni son regolari, ed è sufficiente il numero degli assortimenti, si manifesta l'influenza galvanica, e l'acqua messa nel giro de' fili d'argento vien decomposta. L'ossido si depone sull'estremità del filo in contatto col lato del metallo che prova l'azione chimica, mentre che

l'idrogeno si sviluppa dal lato in contatto coll'acqua. L'argento, il rame e il piombo sono ciascuno capaci di formar questa combinazione. Posson situarsi de'dischi di questi metalli con de'pezzi di stoffa umettati gli uni d'acqua, altri di soluzioni di solfuro di potassa, nell'ordin seguente, *metallo*, *solfuro*, *acqua*. Producono effetti sensibili otto assortimenti simili, e il filò proveniente dall'alto della pila darà dell'ossido. Il rame è in questa classe d'apparecchi più attivo dell'argento, e questo lo è più del piombo.

*Terza combinazione.*

La terza classe di batterie galvaniche a un sol metallo, e che è la più energica, si forma disponendo il disco metallico in modo che le faccie opposte, o le estremità d'ogni arco metallico siano in contatto, da una parte con un liquido ossidante, dall'altra con un solfuro di potassa, cosicchè queste faccie siano esposte ad azioni chimiche differenti con alternazioni regolari. Possono in questa classe d'apparecchi impiegarsi gli stessi metalli che agiscon nella seconda, e l'ordine nella loro azione è pure l'istesso. Si può formar la pila come quella della prima classe collo zinco, separando il pezzo di stoffa umettata d'acido nitroso allungato, e quello impregnato di soluzion di solfuro, con un terzo temperato in una soluzion di solfato di potassa. Producono effetti sensibili tre assortimenti così disposti di rame o d'argento, dodici ovvero tredici danno delle deboli commozioni, e fanno sviluppare con rapidità il gas e l'ossido nell'apparecchio per decompor l'acqua. Si ha l'idrogeno

dal lato ossidante, e quello che è a contatto collo solfuro depone dell'ossido, se il filo conduttore è d'argento, o produce dell'ossigeno, se questo filo è d'oro. Ma in tutte le pile galvaniche di un sol metallo alternandolo con de'pezzi di stoffa bagnati, l'azione è passeggiera. La decomposizione degli acidi e de' solfuri è in generale terminata in pochi minuti, e nel tempo stesso cessa l'influenza galvanica. Il Signor Davy dietro alle idee suggerite dal Conte di Rumfort ha costruito un apparecchio che dà a questi effetti una permanenza considerabile.

*Elettromotore chimico di Humphry-Davy.*

Fece egli preparare come per la tinozza galvanica di Cruikscank (fig. 74) tre pezzi di *mahogani* lunghi diciotto pollici e grossi sopra due pollici, in cui si fanno delle intaccature per porvi i dischi o lastre quadrate che dovrebber formar l'apparecchio. La metà di queste lastre dev'essere in vetro o corno, e l'altra metà di metallo. Esse son poste e incollate alternativamente nelle intaccature in modo da formarne delle cellette, le cui pareti son di vetro o di corno da una parte, e di metallo dall'altra: queste cellette debbon contener sicuramente il liquido di cui si voglion riempire. Quando si vuol metter l'apparecchio in azione, si riempiono alternativamente le cellette, nell'ordin galvanico, di una soluzione, la quale è varia secondo la classe delle combinazioni che si voglion produrre. Si mettono poi reciprocamente in comunicazione con delle piccole fasce di drappo bagnato, passando per di sopra la parete

isolante e tuffando da una parte e dall'altra nelle due cellette contigue. Una combinazione di cinquanta lastre di rame così disposte con delle soluzioni allungate d'acido nitroso o di nitrato d'ammoniaco da un lato della lastra metallica, e di solfuro di potassa dall'altro, dà delle forti commozioni, decompone l'acqua rapidamente e agisce sul condensatore d'elettricità. Conserva intanto per molte ore la facoltà di produrre i fenomeni galvanici, e quando la perde, si rinnuova facilmente aggiungendo piccole dosi di soluzioni concentrate a quelle stesse soluzioni allungate che già sono nelle cellette. Da due esperienze fatte sopra lastre di rame, e sopra lastre di argento apparirebbe che le batterie galvaniche di un sol metallo agiscono egualmente bene, quando i metalli impiegati hanno poca lega, o quando sono assolutamente puri.

## §. IV.

*Apparecchio a barili del Dottor Hauff.*

B, F, G ec. (fig. 86) son tanti bariletti di vetro forati nel mezzo della loro lunghezza coi fondi uno di rame *c* e l'altro di zinco *z*. CA è una cassetta con varie scanalature nella grossezza de' lati A, C per porvi le estremità de' tubi di vetro, eguali in lunghezza *ttt*. Quando si vuol mettere l'apparecchio in istato di operare, si comincia dall'empire i bariletti della soluzione di cui si bagnano i tondi; si dispongono i tubi di vetro nelle scanalature della cassetta destinate a ricevergli, e sopra i tubi si fissano i bariletti in serie l'uno dell'altro e in maniera che il fondo *c* dell'uno toc-

chi il fondo *z* di quello che immediatamente lo segue. Quando è compita la prima linea si fa una comunicazione fra il fondo *z* del barile che termina questa prima serie, ed il fondo *c* del barile che comincia la seconda serie, ed in un senso opposto a quello della prima. Gli effetti son gli stessi di quelli che si hanno cogli elettromotori a colonna, perchè sono gli stessi gli elementi. Ma quì restando il liquido rinchiuso e perfettamente al coperto della evaporazione, lo strumento resta montato per lungo tempo, e riesce senza dubbio più comodo dell'apparecchio ordinario per chi non volesse usarlo che per esperienze di pochissima durata e spesso interrotte. Ciò ne avea fatto concepire al suo autore un'idea superiore al merito. Contentandosi di provare la sua azione ponendo a contatto i fondi opposti de' due barili ultimi aveva per più d' un mese ottenuto gli effetti ordinari senza vedere ossidazione nelle lastre nè diminuzione nell'intensità dei suoi effetti, e ne aveva concluso con giudizio un poco precipitato, che quest'apparecchio aveva *la permanenza* tanto bramata. Ma i Commissari dell'istituto incaricati d'esaminarlo avendo posto una comunicazione metallica fra i fondi opposti de' due ultimi barili, sette in otto ore d'una corrente continua bastarono per ossidar moltissimo i fondi metallici, e per iscemar nelle stesse proporzioni l'effetto ordinario. Dunque quest'apparecchio è anche più incomodo degli altri per chi dovrebbe farne uso per lungo tempo, perchè bisognerà ripulirlo più spesso, operazione resa più imbarazzante dalla sua costruzione.

## §. V.

### *Apparecchio d'Allizeau.*

Intorno a un disco di rame si salda un cerchio del metallo medesimo alto un centimetro, e che col disco di rame forma un doppio calice di cui si vede il profilo *dg* (fig. 87), più profondo da un lato che dall'altro e di tutta la grossezza d'un de'dischi di zinco che si vuol impiegare. In questa stessa capacità si pone il disco zinco, e allora il doppio calice presenta due capacità eguali e toccantisi coi fondi, l'una col fondo di zinco, l'altra col fondo di rame. Abbiasi poi un cerchio di majolica *rf* dell'altezza d'un centimetro e di tal diametro che questo cerchio possa porsi in una delle capacità del doppio calice, dove si fissa col mastice: così viene aumentata da un lato la di lui profondità, e però si ha un pezzo *pp* completo e pronto ad impiegarsi. Ma per montare inversamente le due colonne che debbon formar l'apparecchio bisogna procurare, quando si fissan col mastice questi cerchi, di far due parti eguali del numero delle coppie da impiegarsi, e di fissar col mastice il cerchio di majolica *rf* sul disco rame per una porzione, e sul disco zinco per l'altra: onde se l'apparecchio dee essere di cento coppie, si avranno cinquanta calici doppj, la cui capacità formata dal cerchio di majolica avrà un fondo di rame, e gli altri cinquanta l'avranno di zinco: chiameremo questa metà *serie z*, e l'altra *serie c*. Sopra uno zoccolo B (fig. 88) si fissa una lastra di metallo a parallelogrammo, le cui dimensioni sono analoghe a quelle dei dischi che formar debbono i ca-

lici. Da ogni lato e dal mezzo del parallelogrammo si alzano cinque fusti di cristallo che per la loro estremità son ricevuti e fissati nel capitello dell'apparecchio: i quali sfusti forman le punte di due triangoli eguali opposti al vertice, ognuno dei quali dee ricevere una colonna. Per formar poi le due estremità d'ogni colonna bisogna avere quattro altri pezzi d'una diversa costruzione. Quelli che debbon farne la base non debbono avere che la capacità formata dal cerchio di majolica, e il disco di metallo opposto a questa capacità dee poter posare interamente sulla lastra di metallo fissata nello zoccolo B. Questo disco è necessariamente di zinco per la serie *c*, e di rame per la serie *z*. Quanto poi ai due pezzi che formar debbono la cima d'ogni colonna, non debbono essi avere che la piccola capacità inferiore delle coppie di lor serie respettiva, e presentare scoperta tutta la superficie del disco opposto a questa capacità. Così questo pezzo per la serie *c* non avrà che la piccola capacità di cui il disco *z* forma il fondo: e sarà il caso inverso per il pezzo che dee terminare la serie *z*.

Quando si vuol montar l'apparecchio, si riempie di muriato di soda in cristalli (sal grosso da cucina) la gran capacità di ogni pezzo *pp*, e vi si ammucchia in modo che sorpassi un poco la bocca del cerchio di majolica, affinchè sia sempre il sale quello che porta il pezzo che dee sovrapporsi, e che il disco inferiore di questo pezzo non cessi mai d'essere a contatto con esso Se si trascurasse una tal precauzione, potrebbe accadere che il prosciugamento facendo scemare il volume del sale contenuto in uno de'calici, al punto di de-

primer la sua superficie al di sotto del livello del cerchio di majolica, il disco sovrapposto, ritenuto da questo medesimo cerchio, non potrebbe seguire il sale nel suo affondarsi, e allora cesserebbe il contatto con sospendere necessariamente ogni effetto. Dopo aver così empito di sale ogni calice di majolica si bagna con versarvi alcune goccie d'acqua per mezzo d'un sifone, e il pezzo è così pronto a formar la pila. Ed essendo in tale stato tutti i pezzi, si pone sulla lastra di metallo fissata nello zoccolo e frà i tre fusti di vetro che sono a sinistra, il pezzo che dee formare la base della serie che si vuole la prima montare, per es. della serie *c*, nel qual caso un disco zinco riposa immediatamente sulla lastra fissata. Il sale di cui è ripieno questo pezzo si copre colla piccola capacità d'un altro pezzo di zinco di questa serie, di modo che la superficie di questo sale vien premuta da un disco di zinco: si seguita così a porre l'uno sull'altro nel modo stesso tutti i calici della stessa serie, e sull'ultimo si pone il pezzo che non ha che la piccola capacità inferiore, e che quì non dee presentare al di sopra che una superficie *rame*. Nell'istessa maniera si monta l'altra colonna serie *z*, ponendo nell'altro triangolo immediatamente sulla lastra fissata il pezzo destinato a formar la base di questa serie, e che quì dee presentare il disco rame alla lastra: il pezzo che termina questa colonna, presenterà al di sopra una superficie *zinco*. Ora sopra ciascun pezzo superiore delle due colonne si abbassano i fusti di pressione *tc*, *tz*, i quali per via d'un pezzo allungato infuori fisso alla lor base vengono a presentar comodamente allo sperimentatore i due poli

opposti dell'apparecchio coi bottoni N, P (fig. 89 *apparecchio montato*). Tale è l'apparecchio inventato da Allizeau; ed eccone gli effetti ottenuti dai Commissari dell'Istituto Nazionale incaricati di provarne i vantaggi.

„ Noi abbiam messo alla prova, dice il Relatore, quest' apparecchio composto di 40 coppie, e l'abbiam messo in paragone con un altra pila composta di 40 coppie simili e quasi dell'istesso diametro, montate nel modo ordinario con de' tondi di drappo imbevuti d' una dissoluzione saturata di muriato di soda. E l'effetto paragonato dell' una e dell'altra pila era nè primi momenti sensibilmente eguale. Non abbiamo però fatto questo paragone che per mezzo del tatto e coll' osservazione delle sensazioni paragonate e ripetute da molte persone, mentre gli effetti che dimostran le sensazioni son quì abbastanza forti per dare almeno degli evidentissimi indizj. La prova si cominciò il 9 Aprile: il dì 10 l'effetto della pila ordinaria era già debolissimo, e quello della nuova pila avea conservato tutta la sua intensità; il dì 11 la prima non produceva più effetto sensibile, e quella d' Allizeau non era sensibilmente indebolita: il dì 15 compariva più debole del principio; ma quando per mezzo d' un sifone si riparò senza smontar la pila all' umidità svaporata, l'effetto riprese sensibilmente la sua primitiva intensità. Finalmente l'attenzione di rintrodurre a diversi intervalli l'acqua che svaporava più o men presto secondo lo stato della temperatura, è bastata per mantener la pila senza una diminuzion sensibile ne' suoi effetti fino al 24 Maggio; e

allora, cioè al fine di 53 giorni produceva ancor degli effetti poco diversi nell' intensità da quelli che avea prodotti i primi giorni.

„ Abbiamo smontato la pila per esaminar lo stato de' pezzi che la componevano, e abbiam veduto che le coppie eran soltanto un poco annerite nella lor superficie dalla parte dello zinco, mentre dalla parte del rame la circonferenza vicina all'anello era ricoperta d'un cerchio nero che rassembrava ad un ossido di zinco vivificato, e nel mezzo portava alcuni punti d' ossido verde in piccola quantità. La superficie del sale portava una tinta verdastra debolissima, e alcune pezzature che rassomigliavano ad un ossido bianco. Essendosi disciolto il sale nell' acqua, la mescolanza d'ammoniaco non vi ha sviluppato alcun color turchino. Dunque vi era pochissimo ossido, e si può dire che ve ne sarebbe stato meno se si fosse rimpiazzata più assiduamente l'acqua svaporata.

„ In questa prima prova abbiam lasciato la pila libera e senza stabilire dalla base al vertice altra comunicazion fuor che quella che momentaneamente formiamo noi stessi nel far la prova dello stato elettrico. Abbiam poi rimontato l' apparecchio il 26 Maggio facendo una comunicazione dal vertice alla base per mezzo d' un fil metallico. Il dì 28 essendosi tolta la comunicazione, l' effetto era indebolito sensibilmente, benchè riprendesse dell' intensità dopo alcuni istanti. Fu poi ristabilita la comunicazione, e quindi interrotta di nuovo il dì 31; e ancora non vi era traccia alcuna d' ossido: ma siccome la temperatura era stata caldissima

e l' evaporazione considerabile, si rimise dell'acqua negl' intervalli di tutte le coppie, e allora l' intensità elettrica in principio debolissima tosto elevossi sensibilmente ad un grado altissimo. In generale si è costantemente osservato che rotta che era sulle prime la comunicazione, lo stato elettrico era insensibile o si manifestava debolissimamente: ma è anche cosa costante che al limite di un tempo più o meno considerabile la pila riprende poco dopo la primiera intensità, come si è osservato nella pila libera.

„ Finalmente la pila fu smontata il dì 11 Giugno, 16 giorni dopo d'esser stata stabilita con una comunicazione sostenuta dal suo vertice alla base e interrotta semplicemente per il tempo delle prove. Allora essendo il sale in uno stato di gran siccità si vide generalmente pochissimo ossido. La faccia inferiore (o il lato di rame) nelle 23 coppie portava uno strato nero leggerissimo d' ossido di zinco vivificato, e nelle 17 coppie inferiori le stesse superficie portavano alcuni punti d' ossido verde, e o poco o punto d' ossido nero. Il rame era rosso e brillante in tutti i punti in cui non si era formato punto d' ossido: il sale poi non presentava alcuna colorazione sensibile.

„ Benchè l' esperienze da noi citate e fatte coll'apparecchio del cittadino Allizeau non presentino tutti i generi di prove a cui si sarebbe potuto sottoporre, pure esse bastano per dimostrare che con questa costruzione si hanno molti effetti considerabili 1.° poca ossidazione, e però il vantaggio di esiger meno pena per il

mantenimento, ripulimento e ristabilimento de' pezzi metallici che lo compongono; 2.° un intensità elettrica considerabilissima, perchè le 40 coppie davan delle scosse fortissime e sensibilmente eguali a quelle delle pile montate secondo il solito nelle stesse proporzioni; 3.° una permanenza d'effetti quasi costante, perchè l'effetto era sensibilmente quasi lo stesso al limite di 53 *giorni*, mentre nella pila ordinaria messa a confronto con questa l'effetto era sensibilmente nullo al termine di 30 giorni; 4.° una disposizione commoda al pari d'ogni altra adottata finora.

„ Noi dunque crediamo, aggiunge il Relatore, che quest'apparecchio sotto i rapporti enunziati sia il più utile di quanti se ne conoscono fino adesso, e che perciò meriti l'approvazione della *classe*. Allizeau somministrò anche una pila le di cui coppie zinco e rame son saldate insieme e fuse a forma di un berrettino, con empir la loro concavità di sal solido bagnato, e con porre sulla di lui superficie la parte convessa della coppia che segue. Ben si vede che quì il contatto è il più perfetto, e che l'aria esterna non vi ha accesso che sulle estremità nei punti sensibilmente elevati al di sopra del livello per l'impressione formata nel sale da ogni coppia dalla parte convessa del berretto sovrapposto. Questa pila paragonata all'altra ha sensibilmente gli stessi vantaggi; più facilmente anzi se ne ripara l'umidità, e ne è meno costosa la costruzione.

*Nuovo apparecchio d' Allizeau.*

Questo giovane Artista, la cui attività ed il gusto per la costruzion di varj apparecchj richiamano l' altrui cognizione e coraggio, e che per il suo zelo e genio inventore può divenire utilissimo ai Fisici, ha inventato di fresco un elettromotore che ai vantaggi già veduti nella sua colonna a calici riunisce tutti quelli degli apparecchj a larghe lastre di Cruikshauk e di Pepys: e benchè si proponga egli di perfezionarlo, è bene il far conoscer quello che ho veduto, la di cui costruzione mi sembra la più semplice e la più comoda fra le immaginate fino al presente. A L (fig. 91) è una cassetta di legno, i cui pezzi e soprattutto le estremità son fortemente insiem collegati. Nella grossezza d' ogni lato e alla superficie interna è fissata una bacchetta di cristallo *b c*, la quale non risale su questa superficie che per la metà del suo diametro; ed una simil bacchetta è posta ad ogni angolo retto formato da' medesimi lati e dalla base della cassetta: l' estremità L è munita d' una forte vite di pressione V. N P (fig. 92) son due pezzi di legno tagliati secondo le dimensioni dell' interno della cassetta e ricoperti d' una lama di metallo sopra due piani della lor superficie *a b*. C C (fig. 93) sono due pezzi di cuoio ben grossi in forma di doppia squadra, i di cui bracci non hanno che la larghezza e la profondità della cassetta presa di dentro. Per montar quest' apparecchio, dopo aver preparato un numero conveniente di lastre quadre *rame* e *zinco* saldate insieme e se-

condo le dimensioni della cassetta e oltre ad una certa quantità di muriato di soda asciutto e in cristalli ( sal grosso di cucina ), si comincia dal porre nel fondo della cassetta dal lato A il pezzo di legno N in modo che una delle sue superficie metalliche *a* resti di sopra, e l'altra *b* riguardi l'interno della cassetta. Su questa superficie *b* si applica una doppia lastra per il suo lato *rame*, e sul lato *zinco* di questa stessa lastra si pone uno de' pezzi di cuojo C C in modo che la sua apertura sia in alto; poi si pone un altra doppia lastra, e anche un pezzo di cuojo; e così di seguito procurando di metter sempre le lastre nel medesimo senso. Quando son esse tutte impiegate si pone immediatamente dirimpetto all' ultima il pezzo P ( fig. 92 ) in modo che una delle sue superficie metalliche *b* sia in contatto col lato *zinco* della lastra mentre l' altra resta al di sopra. Quindi si avanza contro questo pezzo la vite V per mantenere ogni cosa al suo posto, e si riempion di muriato di soda tutte le cellette formate fra ogni coppia metallica dai pezzi di cuojo. Vi si ammucchia il sale e vi si pigia con un pezzo di legno fatto a tal uso, e il tutto si preme colla vite V fortemente per moltiplicare i punti di contatto. Si dee ora soltanto bagnare il sale; il che si fa comodamente con lo strumento *p v* ( fig. 94 ) Allora l' apparecchio è preparato, come si vede ( fig. 95 ), dove per averne gli effetti non si dee far altro che porre una comunicazione fra i pezzi metallici N P. I suoi effetti son gli stessi degli apparecchi a larghe lastre, ma i suoi vantaggi al di sopra di tutti gli

altri son considerabilissimi. Senza parlar di quelli che gli sono comuni coll' apparecchio a colonna dello stesso Artista subito si comprende 1.° esser molto più comodo per le preparazioni; 2.° posson facilmente isolarsi tutti i pezzi, cosa importante per molte esperienze di ricerca; 3.° l'apparecchio resta montato per lunghissimo tempo, e se l'umido che separa le coppie metalliche svapora, vi si rimedia assai più facilmente e più presto che in ogni altro apparecchio; 4.° l'umidità che fugge dalla sostanza che separa le coppie sgronda facilmente e non va scorrendo sui lati come nell' apparecchio a colonna; 5.° finalmente niun altro apparecchio presenta tanta comodità per porre degli elettrometri o qualunque altro oggetto sulle estremità dell' apparecchio, come lo fanno in questo i due pezzi NP.

## SEZIONE V.

### *Dei Galvanometri.*

Non basta in Fisica aver ottenuto degli effetti, perchè bisogna ancora mettersi a portata di valutarli, e di paragonarli; e perciò bisogna costruire degli istrumenti proprj a graduare la loro intensità e mostrarceli ne' differenti punti della graduazione. I Fisici non si occuparon lungo tempo del galvanismo senza provare il bisogno de' galvanometri e senza cercare di procurarsene: ma son sì complicati gli effetti galvanici, che tutti i tentativi fatti finora per darne una misura esatta sono ancor lungi dalla perfezione. Perciò mi sembra

conveniente il quì descriverli perchè gli sperimentatori non perdano il tempo a far ciò che è già stato trovato, e si renda loro più facile il supplire all'insufficienza de'mezzi proposti facendovi delle aggiunte e de'cangiamenti che lor verran suggeriti dal genio. Ora io non conosco che tre mezzi finor conosciuti per valutare gli effetti galvanici: il primo, ed il più frequente, si è quello delle commozioni e del sapore; il secondo è fondato sull'azione, ad una data distanza, delle estremità dell'elettromotore sui corpi leggieri; ed il terzo sugli effetti risultanti dalla decomposizione dell'acqua. È facile il vedere che le commozioni e il sapore non posson dare che un primo e leggerissimo accenno della differenza che presentano due apparecchi in un tempo stesso in azione, ma che non posson dar nulla di positivo in ogni altra circostanza nè per ogni altro oggetto; mentre son esse fondate sopra delle sensazioni fuggitive che son paragonabili soltanto nell'istante medesimo, e che d'altronde non hanno niente d'assoluto e che son sempre relative alla sensibilità dell'individuo. Gli altri due mezzi poi han dato luogo alla costruzione di diversi apparecchi, che ora descriverò in due articoli.

## ARTICOLO I.

### *De'Galvanometri fondati sull'azione delle estremità d'un elettromotore sui corpi leggieri.*

I fenomeni d'attrazione e di ripulsione ottenuti dall elettromotore di Volta presentarono ad Erman e a Pepys un mezzo di valutare l'intensità

della sua azione. Questi dotti Fisici costruirono, l'uno a Berlino, l'altro a Londra due apparecchi, che possono essere utilissimi, il primo de' quali ha già somministrato al suo inventore delle osservazioni interessanti.

## §. I.

### *Esperienze galvanoscopiche di Erman.*

„ Per conoscere il meccanismo della pila, dice il celebre Professore di Berlino, e per seguirne passo passo tutti i fenomeni, era essenziale lo scoprire de' mezzi sicuri d'osservazioni *galvanoscopiche* e *galvanometriche*. Tosto sentissi un tal bisogno, ma non vi si soddisfece, mentre i primi osservatori videro appena alcuni vestigi di divergenza nelle palle dell'elettrometro, e per valutar questi indizj e segni passeggieri ancor troppo equivoci per dare la teoria de' fenomeni si mise in uso la bilancia di torsione, il condensatore e anche il duplicatore. „ Ora Erman per avere una misura più esatta di questi effetti intraprese la serie d'esperienze che ora descriveremo con gli apparecchi a ciò necessari.

### *Primo apparecchio.*

R C (fig. 90) è una riga di rame con in mezzo un fusto di vetro I per maneggiare la riga R C senza toccarla immediatamente. L'apparecchio d'Allizeau (fig. 89) è il più comodo per ripetere l'esperienze di Erman, dove si devon solo girare i fusti orizzontali N *c*, P *z* in modo che il loro bot-

tone N, P venga verso lo sperimentatore Con tal mezzo si avrà ciò che richiede Erman., I due poli dell'apparecchio si troveranno allo stesso livello, e parallelamente posti sotto gli occhi dell'osservatore, il quale per istabilire o interrompere la comunicazione dell'uno all'altro non avrà che a porre il pezzo R C sui fusti N, P, o levarlo per il suo manico isolante I. „

*Secondo apparecchio.*

T, C (fig. 96) sono due fusti di vetro fissi sopra un piede e guarniti al loro vertice d'una piccola pinzetta rotondeggiata, nella quale si pongono a confricazione due piccoli conduttori di metallo *np*, le di cui punte smussate posson essere avvicinate o allontanate a piacere l'una dall'altra facendo scorrere i conduttori nelle pinzette. Per facilmente valutare le distanze a cui si pongono, si fa una graduazione sui conduttori. Di più *fa* è un filo d'argento molto sciolto e mobilissimo lungo due piedi, che sostiene una palla *a* d'elettroscopo fra le estremità *ss* dei piccoli conduttori, ed è sospeso ad un fusto di metallo isolato e rinchiuso in un tubo adattato ad una cassetta di vetro C V, dentro la quale si son posti i piccoli conduttori per garantirli dai movimenti fortuiti, che le ondulazioni dell'aria potrebbero imprimere al corpo elettroscopico.

*Esperienza prima.*

Posto vicino all'elettromotore a doppia colonna l'apparecchio ora descritto (fig. 89) si pone

sulle traverse orizzontali N, P la riga di comunicazione RC, la quale così formando il circolo galvanico, si pone il polo positivo dell'elettromotore in comunicazione col conduttore *p* dell'apparecchio secondo, di cui la palla *a* dee trovarsi sospesa alla distanza di tre quarti di linea dall'estremità *s* di questo conduttore. Quando per il suo fusto isolante si toglie la riga R C che univa i due poli dell'elettromotore, si vede tosto la palla elettroscopica venire ad applicarsi all'estremità del conduttore che comunica colla batteria galvanica. La costanza di quest'effetto, l'accelerazione del moto con cui la palla si portava verso il conduttore, la sua aderenza permanente è tale che forti scosse date all'apparecchio non ve la facevano staccare, provano, dice Erman, che il polo della pila messo in esperienza esercitava, nello stato in cui allora si trovava, una debole attrazione elettrica, di cui ha trovato essere il *maximum* tre quarti di linea fino a una linea di distanza.

II. Dopo aver formato di nuovo il circolo galvanico ponendo R C sulle traverse orizzontali dell'elettromotore, allontanate dalla palla elettroscopica *a* il conduttore *p* che avete lasciato in comunicazione col polo positivo; e dopo aver messo questo conduttore ad una distanza di tre in quattro linee dalla palla, levate per il suo manico isolante il fusto di comunicazione R C. Allora la palla elettroscopica non è attratta, nè lo sarà in questo stato di cose finchè la distanza della palla dal conduttore *p* non sarà che di circa tre quarti di linea.

III. Posto a tre in quattro linee di distanza

dalla palla il conduttore *p*, e perciò essendo incapace d'agire sopra di esse secondo l'esperienza precedente, levate il fusto di comunicazione R C, e toccate nel tempo stesso il polo opposto N dell'elettromotore. Subito la palla elettroscopica saltando con un moto accelerato lo spazio che la separa dal conduttore *p*, va ad applicarsi sopra di esso. La forza d'azione esercitata dal conduttore, di cui il *maximum* era di tre quarti di linea nell'esperienza precedente, giunge quasi a quattro linee quando il polo negativo dell'elettromotore è in comunicazione colla terra.

IV. Ripetete le due precedenti esperienze facendo le preparazioni inversamente, cioè facendo comunicare il conduttore *p* col lato N dell'elettromotore, per la prima esperienza da ripetersi, e toccando il polo opposto, per la seconda. Allora si avrà l'effetto medesimo, e l'azione dell'elettromotore non si estenderà che fino a tre quarti di linea nella prima, e fino a circa quattro linee nella seconda. E se vi è qualche piccola differenza fra le due forze, sarà in favor di quella che viene dalla comunicazione del conduttore *p* col lato positivo dell'elettromotore, giacchè questa agisce sempre a distanze un poco più grandi.

V. Disponete ora i conduttori *pn* in modo che la palla elettroscopica sia sospesa fra le due punte ad una distanza che non ecceda il *maximum* dell'esperienza seconda, cioè 3 quarti di linea; formate il circolo galvanico ponendo R C sui fusti N, P, e fate comunicare ciascun de' conduttori *p*, *n* con un polo opposto dell'elettromotore. Quando si toglie il fusto di comunicazione per il suo manico isolante, pare che la palla elettrosco-

pica resti incerta per qualche tempo e come in equilibrio fra attrazioni opposte, ma poi il lato che comunica con *p* la trasporta a se, ed essa va ad applicarsi al conduttore.

VI. Allontanate i due piccoli conduttori l'uno dall'altro in modo che la palla sia alla distanza di quasi tre linee da ognuna delle punte, e ripetete l'esperienza antecedente. Al togliere il fusto di comunicazione non seguirà alcun effetto, e la palla resterà immobile fra i conduttori.

VII. Rimettete le cose come nell'esperienza antecedente; ma togliendo il fusto di comunicazione toccate subito uno de' bottoni dell'elettromotore. La palla che a questa distanza nell'esperienza sesta era immobile, volerà questa volta al polo opposto a quello che si tocca facendo cessare la circolazione; e se si tocca il lato opposto, la palla subito lo abbandonerà per portarsi a quello che si toccava avanti; onde con questo mezzo si può farla oscillare continuamente fra i due conduttori.

VIII. Sospendete la palla elettroscopica *a* per un filo isolante invece di sospenderla per un filo metallico, e ripetete l'esperienza precedente. Voi avrete gli effetti d'attrazione e di ripulsione provati da' corpi leggieri al loro avvicinamento con un corpo elettrico. La palla invece di applicarsi alla punta del conduttore, come nelle esperienze antecedenti, da principio vi si getta; ma subito dopo il contatto ne verrà rispinta, e non vi ritornerà finchè non avrà toccato un corpo deferente. Si vede che la pallina si trova allora nelle stesse circostanze del battaglino mobile del *carillon* elettrico, e l'effetto è assolutamente lo stesso.

Tali sono le esperienze preliminari, le quali facendo conoscere ad Erman le leggi delle attrazioni galvanoscopiche nei casi semplici gli hanno fatto giudicare di poter applicar l'elettrometro alla pila senza incontrar le anomalie che, dice egli, l'avevan ributtato avanti di conoscere i rapporti d'opposizione stabiliti dal più leggiero contatto fra i due poli, e avanti di scoprire a qual punto si rende essenziale l isolamento il più perfetto per ottenere dall'elèttromotore un linguaggio significativo.

*Esperienze elettroscopiche.*

I. Sotto de' bottoni dell'elettromotore (fig. 89) avvitate un elettrometro sensibilissimo, essendo l'apparecchio in un perfetto isolamento. La divergenza delle foglie d'oro o delle pagliuzze si farà lentamente, ma alla fine si stabilirà fino a un grado fisso d'allontanamento, in cui si manterrà costantemente. Questa divergenza vien prodotta da un'elettricità positiva, quando l'elettrometro è avvitato sotto il bottone di P*z*; e negativa quando lo è sotto il bottone di N*c*.

II. Essendo tutto disposto, come per l'esperienza precedente, ed essendo l'elettromotore avvitato sotto il bottone di P*z*, e giunto al suo *maximum* di divergenza, toccate il bottone N, o fate comunicare questo bottone col serbatoio comune per mezzo d'un fusto metallico. La divergenza delle paglie dell'elettrometro aumenterà istantaneamente di una quantità sensibilissima, e che sarebbe la stessa, se essendo l'elettrometro avvitato sotto il bottone N, si toccasse il bottone P.

Giunto al suo *maximum* di divergenza vi resterà costantemente finchè il bottone opposto resterà in comunicazione colla terra: per giorni interi che le cose stettero in questo stato, non si vide la minima variazione nell indicazione dell'istrumento.

III. Dopo aver portato la divergenza al suo *maximum*, stabilendo la comunicazione del bottone opposto col suolo, fate cessare in un tratto questa combinazione. L'elettrometro perderà insensibilmente l'eccesso di divergenza che gli aveva dato la comunicazione già stabilita, e ritornerà a gradi al *maximum* che aveva acquistato prima della comunicazione, e vi si manterrà.

*Osservazioni*.

Le esperienze del Sig. Erman sono state fatte con due colonne riunite, ognuna di 100 coppie, argento e zinco: ma questo celebre Professore ha creduto bene di doverli porre a strati con quest' ordine cioè *argento*, *drappo bagnato* e *zinco*: il che cangia totalmente gli effetti e fa a lui chiamar polo *negativo* quello che comincia dallo *zinco* mentre noi lo troviamo *positivo*. Ed ecco come egli rende ragione di un tal cangiamento. „ Avanti d' avanzarci, dice egli nel principio della sua Memoria, io debbo rilevare un errore di nomenclatura nato dalla formula indicata da Nicholson per stratificare la pila, il quale dice che essa si costruisce col prendere *argento*, *zinco* e *drappo bagnato*, onde egli chiama il polo inferiore della pila così stratificata *polo dell' argento*, e il polo superiore *polo di zinco*, perchè infatti si comincia dal

basso con una piastra d'argento e si finisce in alto con una piastra di zinco. Ma comecchè è già dimostrato che l'effetto della carica elettrica si produce fra le faccie de' metalli che son separate dal drappo bagnato, e non già fra le faccie che si toccano immediatamente, è chiaro che il pezzo d' argento posto al basso sotto lo zinco e a immediato contatto con esso, è assolutamente superfluo, e non produce più effetto di quello che lo produca l' armatura metallica o gli altri corpi conduttori che si volessero mai porvi. „ Per me io non so dove si trovi questa, chiara dimostrazione, che cioè *la carica elettrica si produce fra le faccie dei metalli che son separati dal drappo bagnato*. Mi sembra al contrario che tutte le esperienze di Volta mostrino che questa carica sia prodotta dalla sovrapposizione immediata dei due metalli eterogenei, e che è appunto questa carica di già prodotta che trasmettendosi in seguito con difficoltà per il drappo bagnato nella lastra metallica superiore già un poco spogliata dalla sovrapposizione immediata dell' altro metallo, ne aumenta altrettanto la carica della seconda coppia, e così di seguito. Le esperienze I, II, e III ( Sez. II. Art. 1 ) in cui io avvito sopra un elettrometro un disco di rame che io fo passare allo stato negativo per la sola sovrapposizione d' un disco di zinco, mi sembra non lasciar alcun dubbio che la carica dello zinco si ha per mezzo del suo contatto immediato col rame. Perciò penso che su questo soggetto fosse il Sig. Erman in errore, e che nella sua maniera di stratificare *argento*, *drappo bagnato* e *zinco*

il lato positivo fosse a basso, perchè non essendovi per niente argento e drappo bagnato, la pila comincia dallo zinco, argento e drappo bagnato. Per la stessa ragione l'estremità supeperiore sarà negativa, perchè drappo bagnato e zinco che la terminano non ne sono il vero elemento superiore, ma bensì lo è il disco d'argento che forma l'ultima coppia metallica toccandosi immediatamente. Io dunque ho cangiati tutti gli effetti nelle esperienze citate, perchè questa maniera di stratificare gli rende inversi: ma queste esperienze, come si vede, ci danno gli stessi mezzi di valutare l'intensità elettrica d'una colonna come quelli che impieghiamo per misurar quella d'una macchina elettrica ordinaria.

I risultati che ebbe dalle sue ricerche il professore di Berlino mi sembrano sì importanti, che non possono dispensarmi dal quì riferirli benchè non appartengano direttamente al piano di quest' Opera. Io gli do tali quali sono esposti nel seguito della memoria da cui ho levato le esperienze precedenti (*V. Giornale di Fisica, thermidor an.* 9.)

„ Finchè il circolo elettrico resta formato dalla riunione di 2 poli, non si ha alcun effetto elettroscopico, anche mettendo il polo opposto all' elettrometro in comunicazione perfetta col suolo: ma quando per formare il circolo elettrico si impiegano certe sostanze di differente natura, si presentano de' fenomeni interessantissimi, e tanto più importanti a conoscersi quanto che sono essi legati intimamente agli effetti chimici prodotti dal galvanismo nell'

apparecchio a gas. I conduttori perfetti, come i metalli, distruggono interamente, per la loro interposizione di polo a polo, ogni divergenza degli elettrometri applicati alla pila; ma se la sostanza dell' arco così interposto non è che imperfettamente conduttrice, i movimenti elettroscopici potranno in parte continuare, e subiranno delle modificazioni difficili a prevedersi avanti l'esperienza. Io tendo da un polo all'altro della pila un cordone di canapa ben bagnato, e applico un elettrometro a un de' poli: si trova che il conduttore imperfetto messo a prova ha preso, nel senso di sua lunghezza, della polarità, cioè che la sua porzione vicina al polo positivo partecipa dell' elettricità del polo; e la parte vicina al polo negativo è negativa, e verso il mezzo del cordone vi è un punto d'indifferenza, come si prova nel modo seguente. L' elettrometro applicato a uno de' poli divergerà fortemente fino a prendere il suo *maximum* di divergenza se si tocchi la parte del cordone vicino al polo opposto all' elettrometro; e se in seguito si tocca questo medesimo cordone verso l' altra sua estremità, l' elettrometro perde subito la sua divergenza: e così si producono e si distruggono le divergenze toccando l' istesso corpo solamente in punti differenti. Dal che segue necessariamente, che esiste nella lunghezza del cordone un punto di indifferenza che può toccarsi senza far variare lo stato in cui trovasi l' elettrometro nel momento del contatto, come ciò si conferma dall esperienza. Ed ho riconosciuto questa medesima proprietà di partecipare in una volta della natura de' due poli,

secondo il senso della lunghezza, in molte altre sostanze, e determinatamente nel nitrato d'argento (pietra infernale, dove ciò ho io ravvisato per la prima volta. Ricerche fisiologiche anteriori sopra de' muscoli vivi galvanizzati mi avevan indotto ad esaminare la facoltà conduttrice di questa sostanza salina. La posi perciò sull' armatura d' uno de' poli a cui era anche applicato l' elettrometro; quindi tirai un filo metallico dalla faccia superiore del nitrato d' argento fino all' altro polo per formare il circolo coll' intervento del nitrato, e vidi con mia sorpresa che toccando la parte superiore della massa salina facevo fortemente divergere l' elettrometro, mentre il contatto della parte inferiore posando sull' armatura levava ogni divergenza. Dunque in una lunghezza di 2 linee incirca che era la grossezza del mio baston di nitrato, avevo due polarità opposte con un punto d' indifferenza; e riconobbi dipoi che quest' effetto nasceva dalla deliquescenza del sal metallico che ne avea ricoperta la superficie d' una *lama* d' acqua. Del resto questa repartizione degli effetti elettrici non è legata ad alcun *maximum* di lunghezza del conduttore imperfetto, poichè l' ho osservata perfettamente la stessa in cordoni di canapa lunghi da alcune linee fino a 12 piedi. Io son fortemente tentato a credere, che questo meccanismo di repartizione del fluido elettrico nei conduttori imperfetti concorra a spiegare la proprietà sì paradossa della pila galvanica, d' offrire cioè de' poli distinti, benchè composti interamente di sostanze conduttrici. Accaderebbe al drappo bagna-

to di ogni coppia la stessa repartizione veduta fra i due poli per l' intervento del conduttore imperfetto, che è realmente come *isolante* nel suo punto d' indifferenza, e che intanto senza altri rapporti è perfettamente permeabile al fluido elettrico. Ma ciò che tuttavia mi determina ad aspettare su ciò il risultato di mie ulteriori esperienze, si è primieramente, che pezzi di drappo bagnato tesi fra i due poli non mi hanno offerto questi fenomeni di repartizione in un modo tanto rimarcabile come la canapa, e in secondo luogo si è la circostanza, che i cordoni di canapa impregnati d' acqua salata non hanno la proprietà di ripartire l' elettrizzazione nel grado stesso in cui l' offrono quelli impregnati d' acqua pura. Ora si sa che la soluzion di muriato di soda rinforza gli effetti galvanici quando si usa invece dell' acqua pura per impregnarne i conduttori imperfetti delle coppie: ciò non ostante potendo questa differenza dipendere da altre cause, specialmente chimiche, non ancora abbandono questa mia prima veduta molto interessante per la teoria. „

„ La diversa facoltà conduttrice de' liquidi offre anche essa de' fenomeni che non sono indifferenti. Gli olj grassi oppongono al passaggio del fluido galvanico una barriera assolutamente insuperabile. Avevo i due poli delle mie pile, energiche in quel momento all' ultimo segno, per l'interposizione d' un tubo di vetro pieno d' olio d' oliva, in cui tuffavano da una parte e dall'altra, venendo da lati opposti della batteria, due fili d argento, le di cui punte eran talmente vicine fra loro che vi era meno d' $\frac{1}{10}$ di linea; e una *lama*

d' olio di questa grossezza fu atta ad impedire ogni ombra di affezione dell' elettroscopo in contatto con uno de' poli, quando toccavo il suo polo opposto, e che avrebbe perciò dovuto divergere all' estremo: pure per assicurarmi che quest' effetto non nasceva dalla proprietà perfettamente conduttrice di questa lama, il che avrebbe in tal caso prodotto lo stesso effetto, variai l' esperienza, ritirai il tubo dalla sua situazion precedente, applicai l' elettrometro a uno de' suoi fili, fu messo l' altro in comunicazione con un polo, e poi toccando il polo opposto non vidi la più leggiera divergenza nell' elettrometro. Così si provò l' isolamento assoluto.,,

,, Un tubo pieno d' acqua avendo due fili metallici tuffando da una parte e dall' altra nel liquido conduce l' elettricità, quando si applica un de' suoi fili all' elettrometro e l' altro a un polo della pila. Nel toccare allora il polo opposto l' elettrometro arriva subito al *maximum* di divergenza; ma da ciò non segue già che l' acqua sia un conduttore perfetto del fluido galvanico, perchè un cordone di canapa bagnato similmente applicato produce il medesimo effetto. Dunque applicai immediatamente l' elettrometro a un polo della pila, poi riunii questi due poli con de' fili posti in un tubo pieno d' acqua, a differenti distanze; e trovai che quando i fili son distanti di quattro in sei e fino a otto pollici, formano il circolo galvanico sì perfettamente, che l' elettrometro non è sensibilmente affetto dalle modificazioni che si procura di imprimergli per mezzo del contatto del suo polo opposto. Ma quando la colonna d' acqua frapposta fra i due fili divien più lunga, come per esempio di dodici in

sedici fino a ventiquattro pollici, l'imperfetta *conduzione* dell'acqua diviene più che mai sensibile a misura che aumenta in lunghezza la colonna d'acqua che separa i fili. Posi poi questi fili alla distanza l'uno dall'altro di cinque piedi, quindi di dieci, e anche di più, e trovai per mezzo della divergenza dell'elettrometro, che il circolo era sempre formato tanto più imperfettamente quanto più cresceva in lunghezza il cilindro d'acqua frapposto, cosicchè per una lunghezza di più di dieci piedi i due poli agivano sull'elettrometro come se non fosser riuniti fra loro „

„ In queste esperienze sulla facoltà conduttrice dell'acqua ne'tubi vidi ancora, che la quantità di gas prodotto dai due fili diminuisce a misura che crescono le lunghezze del cilindro d'acqua frapposto; e mi è sembrato che le quantità del gas siano in ragion inversa delle distanze de' fili, poichè sotto questo rapporto che allora non m'interessava direttamente, non operai con una sufficiente precisione per assicurarmi se in realtà queste quantità son precisamente in ragion inversa delle distanze, o in ragion inversa di qualche funzione delle distanze. Checchè ne sia, il fenomeno della produzione dei gas sopra due fili l'un dall'altro lontani per dieci piedi per se stesso avventa. Per quest'esperienza presi due tubi di vetro lunghi ciascuno un poco più di cinque piedi, turai il loro orifizio con del sughero attraversato da un fil di platina, lo empii d'acqua, poi unii l'estremità superiore delle due colonne d'acqua con un sifone di vetro pieno d'acqua che vi rovesciai. Messi allora così i due fili di platina in contatto coi due poli della batteria, ne avvenne la produ-

duzione del gas. Confesso che il meccanismo di quest'azione reciproca a dieci piedi di distanza, se si spiega per una pura e semplice decomposizione dell'acqua, sembra escire decisamente dal rango di tutte le analisi conosciute in Chimica. Dal tempo adunque e dagli sforzi de'Chimici aspettiamo dei lumi su quest'oggetto assai proprio ad estendere la scienza, e riportiamo intanto la nostra attenzione sul concorso delle sostanze imponderabili nelle combinazioni dei corpi.,,

,, Desiderai sapere se la colonna d'acqua formante il circolo galvanico da un polo all'altro offrirebbe anche il fenomeno della repartizione d'elettrizzazione opposta nel senso di sua lunghezza. Presi perciò due tubi di vetro d'un calibro un poco differente, talmente che l'estremità dell'uno potesse porsi in quella dell altro; fissai un fil metallico nella congiunzion dei due tubi, talmente che una porzione del filo escisse al di fuori per applicarvi l'elettrometro, e l'altra s'immergesse nel tubo con una lunghezza di tre pollici incirca; sigillai la congiunzione con della cera di Spagna; posi in seguito alle due estremità del tubo composto che ne faceva un solo, un turacciolo col suo filo metallico; ed empii il tubo d'acqua. Così avevo un apparecchio a gas, in cui avevo fra i due fili che gli sono essenziali, interposto un altro filo isolato e senza aver comunicazione colla pila se non che per via dell'acqua intermedia. Sperai perciò che mi indicherebbe lo stato elettrico della porzione media della colonna d'acqua. Ma nel disporre quest'apparecchio avevo ancora un altro pensiero antecedente che m'interessava all'estremo. Intercettai la corrente galvanica nel suo pas-

saggio da un filo all'altro, e sperai che in mancanza d'un'indicazion dello stato elettrico della media porzione della colonna d'acqua avrei almeno alcuni contrassegni elettroscòpici sulla fisica costituzione del fluido nel momento in cui passando da un filo all'altro produce degli effetti chimici sull'acqua. Avendo perciò legato due fili estremi dell'apparecchio ai poli della pila nulla accadde di ciò che m'aspettavo; il filo intermedio non mi diede che segni elettroscopici sì equivoci che nulla ne potei ricavare assolutamente, a segno tale che lungi dal poter pronunziare sulla natura positiva o negativa di tali sospetti di divergenza, neppure oserei affermare positivamente che si fossero avute delle divergenze reali: ed ecco ciò che successe dentro il tubo.

Se sia A il filo del tubo positivo, B il filo legato al polo negativo, e C il filo isolato frapposto fra questi due, A dà dell'ossido, B del gas idrogeno, e C si divide in due parti *a*, *b* nel senso di sua lunghezza; la porzione *a* opposta ad A dà del gas idrogeno, e la porzione *b* opposta a B dà dell'ossido, e un terzo in circa della lunghezza di C resta indifferente fra *a* e *b*. Cangiando i poli tutto si rovescia, ma si ha lo stesso effetto: sempre il filo immerso liberamente nell'acqua del tubo si divide in tre terzi, di cui i due ultimi danno i fenomeni opposti a quelli delle punte respettive a cui son più vicini, e il terzo intermedio resta indifferente. Tutto succede come se si avessero due tubi isolati e un filo intermedio immerso in ambedue per fare la riunione. Il qual fatto è da me ravvisato di qualche importanza per la teoria degli effetti chimici del galvanismo. Ora però

non lo riguardo che per i suoi rapporti colle leggi fisiche di questo fenomeno, e ne concludo che due fili immersi in una massa d'acqua libera debbon dare gli effetti d'ossidazione e di produzione del gas senza la necessità di isolargli da una parte e dall'altra in un tubo perchè non si trovino presenti che per le loro estremità. Senza dubbio era cosa speciosa il dire che, se i fili tuffassero liberamente nell'acqua, la corrente elettrica potrebbe al contatto dell'acqua propagarsi senza ostacolo dall'uno all'altro; talmente che l'equilibrio fra i due poli sarebbe stabilito immediatamente dalla massa dell acqua, e le due punte de fili non darebbero il loro gas più di quello che se si stabilisse al di sopra di esse una comunicazione metallica da un polo all'altro. Ma il fatto si è che ottenni dei gas e dell ossido facendo tuffare i due fili d'ottone in degli evaporatori di vetro, dove gli tenevo immersi in una lama d'acqua di più linee di grossezza e ad una distanza respettiva di sei in sette pollici. Frapposi allora fra le due estremità di questi fili provenienti dalla pila un terzo filo similmente d'ottone e perfettamente pulito per meglio osservare l ossidazione. Da principio lo posi nella direzion prolungata de' due fili della colonna, e perciò si potrebbe chiamare il *meridiano galvanico*. Subito esso si divise nel senso di sua lunghezza, e diede del gas e dell'ossido alle sue due estremità respettivamente vicine ai fili che davan dell ossido e del gas. La parte intermedia rimase indifferente. Piegai in seguito il filo intermedio in modo che tagliasse il meridiano galvanico ad angoli in principio molto acuti e poi a grado a grado accresciuti. In una tal posizione il filo in-

termedio continuò ad offrire il fenomeno della differente polarità, prendendo ogni punta lo stato opposto a quello del filo proveniente dalla pila, al quale si trovava più vicina. A misura che cresceva l'angolo d'inclinazione, la diversa polarità si distribuiva sopra un maggiore spazio ad ogni estremità, e andava scemando l'estensione della regione indifferente; e l'intensità degli effetti proprj di ogni punta, cioè la produzione del gas e dell'ossido scemavano in ragione della repartizion di questi effetti sopra una maggiore estensione. Finalmente avendo condotto il filo intermedio nella posizione dell'equatore galvanico, in cui la direzione prolungata dei fili delle colonne è perpendicolare a quella del filo intermedio, gli effetti opposti si ripartirono in questo senso della grossezza del filo, cioè avendolo lasciato star qualche tempo a angolo retto relativamente ai fili della batteria galvanica, trovai una banda longitudinale fortemente ossidata da un limite all'altro del filo, mentre il resto della sua periferia aveva conservata tutta la sua lucentezza metallica: nè potei distinguer l'emissione del gas che per mezzo d'una piccola sinuosità formatasi dalla parte opposta a quella che si ossidava; e le bolle che ne partirono erano probabilmente impercettibili in vista della poca intensità dell'ossidazione corrispondente.,,

,, Quanto poi all'importante questione sulla fisica costituzione del fluido galvanico nel momento, in cui passando da una punta metallica all'altra nel seno d'un fluido vi produce de'cangiamenti chimici, non mi è ancora riescito d'ottener de'fenomeni elettroscopici soddisfacenti per provar questo stato. L'elettrometro non restò affetto im-

mediatamente in alcuna delle combinazioni da me immaginate per fissar qualche cosa su questo punto. Ma impiegando il condensatore ebbi la divergenza dell elettrometro in casi, in cui *potrebbe sembrare* che il fluido galvanico avesse in realtà attraversato il liquido, e vi avesse prodotto de' gas prima di dar segni elettroscopici di sua presenza: fra le altre esperienze relative a quest'oggetto riporterò la seguente. Per i due fili estremi fu legato un apparecchio a gas ai due poli della pila. Nell'atto che succedevano i fenomeni d'ossidazione e di produzione del gas, attaccai ad uno dei fili dell'apparecchio a gas un filo metallico, di cui l'altro capo riposava sul disco superiore del condensatore: quindi levandolo e applicandolo al più sensibile de' miei elettrometri, non ne ebbi alcun segno di divergenza: ma quando nuovamente ponendo il filo metallico sul condensatore toccai il polo positivo della pila, e in seguito levai il disco, dava all elettrometro delle divergenze negative estremamente forti; e quelle che avrebber dovuto aver luogo toccando il polo negativo per far divergere l'elettrometro positivamente, furono o nulle o assolutamente impercettibili: il che probabilmente ci fa ritornare a ciò che di sopra si è osservato, della maggiore energia delle divergenze dal polo negativo paragonate a quelle del polo positivo. Ma io credo d'avere avuto ragione a dire che in quest'esperienza il fluido servito *ad affettar chimicamente l'acqua sembra solamente affettare l'elettrometro all escire dall'apparecchio a gas*. Infatti se fosse questa porzione di fluido quella che lascia de' vestigi d' elettricità sul disco del condensatore, si dovrebbe trovarveli ancora

nel caso in cui i due poli della pila sono abbandonati a loro stessi nell' atto di prodursi i gas; nel qual caso il condensatore non è assolutamente elettrizzato per niente; e non indica la presenza d'una piccola quantità di fluido che nel caso in cui per il contatto si è data o tolta dell'elettricità ad uno dei poli: ed è l'eccesso d'elettrizzazione che ne risulta quello che attraversando l'apparecchio a gas, come ogn'altro conduttore imperfetto, si spande sul disco del condensatore che incontra per strada. Ma il contatto de'poli non modifica per niente gli effetti chimici prodotti nel tubo; dunque il condensatore non è restato elettrizzato dal fluido che ha formato il gas, ma bensì da quella porzione eccedente di fluido che il contatto ha dato a uno dei poli. Ben si conosce l'importanza di queste ricerche, perchè alla fine se fosse rigorosamente provato che la porzione del fluido elettrico, la quale ha dato nell'apparecchio a gas dell'ossido e del gas idrogeno, all'escirne cessa d'esistere colle proprietà fisiche del fluido elettrico, avremmo in un tratto dimostrata la decomposizione chimica di questo fluido, e per trasformare questa decomposizione in un'analisi si dovrebbe solo segregare gli elementi del fluido fra i principj costituenti de'nuovi misti che avrebbe concorso a formare. Ma quanto più sono importanti questi risultati tanto più si rende essenziale l'astenersi dal formare una teoria prima di aver riunita una gran quantità di fatti ben caratterizzati e discussi dalla critica la più severa. A tal fine io lascerò quì nella lor nudità i risultati delle esperienze da me riferite, contento sol d'indicare, come un

punto da cui si deve partire per ogni spiegazione de' fenomeni di questa classe, l'esperienza fondamentale di Volta, con cui dimostra la capacità differente de' metalli eterogenei per il fluido elettrico.,,

,, Per la sua estremità superiore si appoggia una bacchetta di zinco contro uno de' dischi del duplicatore di Nicholson; dall'altra parte viene ad appoggiarvisi egualmente contro il disco opposto una bacchetta d'argento; le due estremità inferiori poi delle verghe metalliche riposano sopra un conduttore imperfetto, come sarebbe di drappo o di cartone bagnati. Dopo esservi esse state per qualche tempo si trova elettrizzato il duplicatore. Che se si inverte la posizione delle bacchette in modo che l'argento tocchi il disco toccato prima dallo zinco, e lo zinco tocchi il disco toccato prima dall'argento, si ottiene l'elettrizzazione opposta. Ho ripetuto da me queste esperienze con molta diligenza, e le ho trovate perfettamente confermate; cosicchè in una mezz'ora cangiai più volte lo stato d'elettrizzazione del duplicatore secondo che prendevo *zinco*, *drappo bagnato*, *argento*, oppure *argento*, *drappo bagnato*, *zinco*. Ciò che dopo tutto ciò mancava tuttora per dare la teoria della pila, i di cui effetti non sono assolutamente che la somma addizionale degli effetti di più serie simili, era il meccanismo dell'azione del conduttore imperfetto, la di cui interposizione permette alle capacità differenti dei metalli di cessare d esser latenti. Si è di sopra veduto che avevo forse qualche ragione di lusingarmi d'avere svelato questo mistero colle mie esperienze di repartizione del galvanismo lungo un conduttore umido.,,

Questo bel lavoro di Erman mi sembra essere uno de' più importanti che si sian fatti nel galvanismo dalla scoperta di Volta sino a quella di Ritter, di cui parleremo nella seguente Sezione. È da bramarsi che siano queste esperienze conosciute, e ripetute da tutti coloro che si occupano in questa branca di Fisica, e credo di poterle lor presentare come adattatissime a fare avanzar le nostre cognizioni non solo nel galvanismo, ma ancora nell' elettricità.

## §. II.

### *Galvanometro di Pepys.*

C V (fig. 97) è un cilindro di vetro fisso sopra uno zoccolo di legno S B, il quale vien portato sopra tre piedi *t t t* di vetro o di legno secondo che si vuole, sì o nò, isolato l'apparecchio. In questo cilindro di vetro s' elevano due pezzi di metallo P, M che possono avvicinarsi o allontanarsi l' uno dall' altro a piacere per mezzo d' un canale fatto nella grossezza del pezzo traverso G F (fig. 98) fissato sullo zoccolo nell interno del cilindro. Si fissano questi pezzi alla distanza che si vuole per mezzo della vite D Il fusto P è formato di due pezzi uniti per via d' una cerniera *c*, che permette di fargli dare una coda onde facilitarne i movimenti quando si voglion stabilire delle comunicazioni. Il coperchio B N (fig. 99) dell'apparecchio è formato di due lastre circolari di ottone applicate l' una all' altra, e guarnite per di sopra d' un tondo di sughero che entra per l' appunto nel cilindro. La lastra inferiore egualmen-

re che il sughero è forata con un foro bislungo, in cui comincia una scanalatura che arriva fino al lembo esteriore della lastra, e riceve una lama sottile d'argento *la*, che si può far avanzare o ritirare indietro fra queste lastre in modo da porre le due foglie d'oro *fd*, che sono alla sua estremità, alla distanza che si vorrà dai fusti ascendenti P, M. Posto quest'apparecchio accanto ad un elettromotore pronto ad agire, si pone la lama d'argento *la* in comunicazione col bottone P dell'elettromotore (fig. 89), e la parte del fusto P del galvanometro col bottone N dell'elettromotore. Quindi si accomodano e si fissano i due fusti P, M l'uno all'altro per mezzo della vite D. Le foglie d'oro cominciano a divergere, quando i pezzi arrivano ad una distanza, che può essere tanto più grande quanto è più forte l'elettromotore. Nell'esperienza di Pepys, il di cui apparecchio era formato di ottanta paia, argento e zinco, furon essi posti alla distanza di tre quarti di pollice. La divergenza poi è l'effetto d'una elettricità positiva nella disposizione già descritta, ed è l'effetto di un'elettricità negativa quando le comunicazioni si fanno nell'ordine contrario a questo „ Io ho trovato questo galvanometro sì utile in gran numero d'esperienze, dice il Signor Pepys, che posso commendarlo con qualche confidenza agli amatori di simili ricerche.„

## ARTICOLO II.

*De' galvanometri per mezzo della decomposizione dell' acqua.*

Il fenomeno della decomposizione dell' acqua per mezzo dell' elettromotore di Volta somministrò a Robertson l'idea d'un galvanometro descritto in una Memoria letta all' Istituto il dì 29 Agosto 1799, epoca in cui pochissimo erano in Francia conosciute e la bella scoperta di Volta e le altre scoperte che vennero dietro ad essa. Il Dottor Graperon ha dipoi costruito un galvanometro dipendente dallo stesso fenomeno, e che sulle prime sembra similissimo a quello di Robertson: ma in realtà presenta dei mezzi di valutazione assai più esatti e più sicuri a motivo delle nozioni accessorie, che il di lui autore ha fatto concorrervi.

### §. I.

*Galvanometro di Robertson.*

TV (fig. 100) è un tubo di vetro di 7 in 8 pollici di lunghezza e dell' apertura d' 1 linea. Una delle sue estremità *d* è guarnita d' una ghiera armata d' una chiavetta, a cui è adattato un fusto d' argento che entra nel tubo quando si avvita la chiavetta alla ghiera. Questo tubo di vetro è graduato nella parte di sua lunghezza che corrisponde al fusto d' argento. Si riempie il tubo d' acqua pura, nell' esremità *g* s' introduce un fusto di zinco tenut da un tu-

racciolo che serve a fissarlo alla distanza conveniente ( ogni altro metallo produrrebbe lo stesso effetto non essendo esso che come un conduttore ); si avvicina questo fusto fino a 1 pollice a quello tenuto dalla chiavetta, e allora non si dee che far tenere l' estremità del fusto g al bottone P dell elettromotore ( fig. 89 ), e la chiavetta al bottone N immediatamente o per mezzo di fili conduttori. „ Le bolle che si staccano, dice l' Autore di questo strumento, dall' estremità d' un fusto indicano la presenza di questo fluido; e la maggiore o minor quantità di queste bolle è segnata dalla divisione del tubo, cosicchè tenendo conto della misura del tempo si riconosce la maggiore o minore attività della corrente galvanica. Quest' apparecchio, aggiunge egli, mi sembra indicare assai bene il cammino e il progresso della corrente, che è sempre annunziata da una piccola serie di bolle che escono fuori ora dall' uno e talora dall' altro fusto. „

Bisogna ricordarsi che Robertson parlava così nel 1799.

## §. II.

*Galvanometro del Dottor Graperon.*

Anche il Dottor Graperon ebbe l' idea di far servire la decomposizione dell' acqua per mezzo del galvanismo alla valutazion della forza d' un elettromotore. Non se ne è però stato come Robertson al solo indizio presentato dalla quantità di bolle sviluppate in un dato tempo,

ma è ricorso ad altri principj che rendono il suo apparecchio molto più *metrico*. Il primo di questi principj stabilito sulle osservazioni di Gautherot consiste in questo che *l' azione galvanica si trasmette attraverso a un cilindro d' acqua in ragion diretta del diametro del cilindro*. Il secondo principio, che presenta come il risultato delle sue proprie osservazioni, è che *l'azion galvanica si trasmette attraverso a un cilindro pieno d' acqua in ragion inversa della lunghezza del cilindro*. Così l' azion galvanica si trasmette attraverso ad una colonna d' acqua in ragion diretta del diametro, e nell' inversa della lunghezza di essa colonna (V. il Giornale del galvanismo ec. N. IV.). Dunque la decomposizione dell' acqua, soggiunge il Dottor Graperon, è ciò che posso misurare, ed è questo, per quanto io credo, il fenomeno galvanico i cui rapporti sono i più costanti e i più diretti cogli altri effetti del medesimo agente, come il sapore, le contrazioni, le commozioni, il lampo, le scintille, la combustione ec. Ora A B (fig. 101) è un tubo di vetro calibrato di diametro non più d' 1 millim., ed è fissato orizzontalmente sopra un piede P; una delle sue estremità va a finire in un imbuto elevandosi a un angolo di 40 in 50 gradi sulla direzione orizzontale del tubo. *fz* è un fil metallico d' una data grossezza, di cui un capo è introdotto nella bocca a calice A, restando poi tutto il resto al di fuori per stabilire le comunicazioni necessarie. Per il capo opposto del tubo stesso s' introduce un altro filo di metallo *c* lungo abbastanza onde vada a toccare il termine di quello che è in A. *tdr* (fig.

102) son tre piccoli pezzi di tubi di vetro, tirati a punta differentemente acuta, e destinati ad esser posti nella bocca A del tubo AB (fig. 101) per aumentarne la capillarità in questo punto. EG (fig, 103) è una scala graduata sopra una lama di metallo che si adatta nella sua lunghezza al tubo AB (fig. 101). Si potrebbe anche scolpire la detta scala sul tubo stesso. Non si dee ora che empir d'acqua pura il tubo e il suo calice; nelle due estremità si introducono i due fili *z*, *c* facendoli comunicare *z* con *p* e *c* con *n* dell'elettromotore (fig. 89)

*Modo di far la graduazione usata da Graperon.*

Per aver degli effetti paragonabili bisognava fissare una scala, i di cui punti estremi fossero ben determinati. Il Dottor Graperon ha preso per primo termine i punti dove i conduttori si toccano o dove son prossimi a toccarsi. Questo punto è sempre quello a cui corrisponde l'estremità del filo *z* che vi è fissato; ed ecco lo *o* della scala. Per istabilir poi un secondo termine egli ha fatto comunicare i due conduttori dell' istrumento colle due estremità d'una colonna di 10 lastre, zinco e rame, di 47 millim. di diametro levatovi bene al vivo il verderame, le di cui coppie eran separate da tondi di drappo d'Elbeuf ben bagnati in un acqua a 15° di temperatura e saturata di muriato di soda. Aveva egli lasciato questa colonna per 15′ senza eccitarla. Stabilite le comunicazioni, ha cercato il punto in cui posto il conduttore C fino da 10″ comincia a comparire alla sua estremità lo sviluppo delle bolle. Trovato e segnato

questo punto divide egli in 10 parti eguali lo spazio che lo separa dallo o. Ha poi raddoppiato questo spazio allontanando il conduttore C fino al punto *d*; e allora ristabilendo le comunicazioni col suo elettromotore ha aumentato il numero delle lastre metalliche finchè non ha veduto comparire lo sviluppo delle bolle al termine di 10''; il che è accaduto quando la sua colonna ha avuto 32 lastre, delle quali le 22 aggiunte non eran rese libere dal verderame con la diligenza stessa delle prime 10. Fin d'allora la scala totale nel suo galvanometro era di 20°, e il luogo dove il conduttore posto da 10'' prima dacchè l'istante in cui son stabilite le comunicazioni, comincia a dar delle bolle, dovea segnare un grado d'azione galvanica relativa a quella d'un altro punto preso nella *scala*: così quando bisogna avvicinare il conduttore C fino in E perchè si vegga lo sviluppo al termine di 10'', la forza che lo produce sarà 4: e sarà 16, se lo sviluppo comparisce al termine di 10'', quando il conduttore C è al punto I.

Si vede bene che il *maximum* di questa scala non potrebbe indicare che la forza d'una trentina di coppie, e che questo strumento sarebbe limitatissimo se quì si fermasse l'inventore. E perciò egli ha cercato di trar miglior partito dal suo apparecchio senza aumentarne le dimensioni e l'imbarazzo. Infatti quando vuol valutare una forza al di là de' 20°, si serve de' pezzi aggiunti *t d r* (fig. 102), i quali posson duplicare, triplicare ec. il servizio dell apparecchio: ed ecco come si rendono atti a produr quest'effetto. Si tira a punta acutissima un pezzo di tubo di ve-

tro, e si pone la sua punta nel calice del galvanometro, e subito la sua capillarità lo fa riempire. In questa specie d'imbuto s'introduce un capo del filo $fz$, e si avanza fino a o l'altro filo conduttore C. Allora benchè si stabilisca la comunicazione dei due conduttori $z$, $c$ colle estremità d'una colonna, la di cui forza conosciuta e misurata è di 20°, non succede il minimo sviluppo al termine di 10″ a motivo dell'esiguità del tubetto $t$. La sottigliezza che si dà ad un tubo di vetro tirandolo al lume di smaltatore non avendo limiti, si può facilmente provvedersene di quelli che abbiano l'esiguità conveniente all'effetto di cui si parla. Essendo le cose in questo stato si fa uso dell estremità del tubetto finchè se ne ottenga lo sviluppo, essendo il fusto al termine di 10″ avanzato fino a o della scala. Si comprende da ognuno che in tal caso lo o indica 20, e che perciò la scala totale è da 20 a 40; ed impiegando altri pezzi aggiunti anche più fini regolati sul medesimo andamento con procurar di notare la cifra indicante l'aumento dato da essi al galvanometro, si può estenderne l'uso fino a misurare una forza galvanica qualunque.

E siccome la forma della punta del fusto d'ottone $c$ può variare i fenomeni, così l autore dell'istrumento ne ha determinato il taglio a 45°; e di più si è dato premura di notare qual fosse lo stato dell'atmosfera quando fece le sue esperienze, dicendoci che allora il cielo era coperto, il barometro a 28 pollici e 2 linee, e il termometro a 15° posto all ombra.

Quando il galvanometro ha servito più volte, si trovan nel liquido delle bolle d'aria, le quali

potrebbero ingannare confondendosi con quelle di un nuovo sviluppo e scemando la capacità del tubo: nel qual caso bisogna rinnovar l'acqua di cui il tubo è ripieno. Bisogna ancora per aver de' risultati paragonabili, che i conduttori metallici aggiuntivi siano almeno grossi quanto quelli del galvanometro. Quando poi si fanno i tentativi per arrivare al punto in cui dee farsi lo sviluppo al termine di 10″, bisogna sempre cominciare da un punto molto più lontano, e avanzare successivamente dal grado 20 fino a 0; poichè se si prendesse la strada opposta, e bisognasse ritirare indietro il fusto nel caso in cui troppo presto avesse cominciato lo sviluppo, uno si vedrebbe obbligato a ritirare indietro questo fusto ogni volta per impedire le bolle prodotte.

*Effetti avuti da quest' apparecchio.*

,, La commozione, dice l'Autore dell' apparecchio, ha principiato ad esser sensibile per me a 16.° La colonna di 10 lastre restata montata tutta la giornata, il giorno dopo all' istess' ora segnava 5°. L' ammoniaco messo in un galvanometro segnava 45° a una colonna della forza di 10° collo stesso strumento pieno d' acqua Una dissoluzion di nitrato di potassa non dava alcuno sviluppo quando anche il fusto c' era allo o: ma il filo comunicante con l'altra estremità dell' apparecchio lasciava sviluppare alcune bolle. Una dissoluzione di muriato d'ammoniaco m' ha presentato dei fenomeni particolari: talvolta vi era sviluppo e ossidazione apparente del medesimo conduttore, talvolta nò; il colore de' fiocchi di luce, ora

rosso, ora nero, spariva e ritornava in certe circostanze difficili a valutarsi per riprodurre a piacere gli stessi fenomeni.„

„ Per conoscere la conduttibilità d' un liquido si può empire un galvanometro e fissare i conduttori a 10°, si mette in contatto con una colonna indicante 40°, si fa uso degli stessi conduttori che vengono dalla colonna per mettere in contatto un secondo galvanometro onde misurare il residuo della forza; e più che l'istrumento ne indicherà, meno conduttore sarà il liquido, e viceversa. Per i solidi, uno se ne serve come conduttori, e però bisogna che sian grossi. Con questo strumento si può anche conoscere la disposizione più o meno grande de' diversi liquidi alla lor decomposizione per mezzo del galvanismo: basta empirne un galvanometro, e provare a qual grado succede la decomposizione per mezzo d'un apparecchio di cui si sia per l'avanti valutata la forza per mezzo del galvanometro a acqua pura.„ Si può ancora usar con vantaggio quest' apparecchio per porre un animale in una corrente galvanica fortissima senza che esso se ne avveda, e senza che provi alcuna commozione. A tale effetto si allontanano i conduttori del galvanometro, cosicchè non succeda punto sviluppo, e quindi si avvicinano a poco a poco senza però andare fino al contatto, poichè allora riceverebbe egli una commozione relativa alla forza dell'apparecchio. Così non ricevendo gli animali commozione alcuna, con tali mezzi non resterebbero agitati, e si potrebbe in una maniera più certa valutare l'influenza dell'agente galvanico sui polsi, sulla respirazione ec.

# SEZIONE VI.

## *Degli apparecchi secondarj.*

I primi travagli de' Fisici quando Volta ebbe lor comunicata la sua scoperta, dovevano naturalmente aver per oggetto lo studio del di lui apparecchio maraviglioso. La singolarità della sua costruzione, la novità de' suoi effetti diversi formavano un campo d'osservazioni assai vasto per occuparli allora interamente; e i primi risultati delle loro ricerche dovevano farne nascere delle nuove costruzioni, far subire all'elettromotore una quantità di modificazioni, e necessitar l'invenzione di strumenti metrici. Tale appunto fu l'andamento delle nostre cognizioni relativamente a questa scoperta, e in quest'ordin di cose si è finora potuto seguirlo nelle cinque Sezioni precedenti di quest' Opera. Ma doveva venire un'epoca in cui questo primo orizzonte estendersi doveva ancora per gli osservatori a ragione della rapidità de' loro progressi, e giunger dovevano alla scoperta di nuovi mezzi capaci di dar degli effetti di nuovo genere. Tali sono gli apparecchi che mi restano a descrivere in questa sesta Sezione, e che io chiamo *Apparecchi secondarj*, perchè nella produzione degli effetti galvanici non hanno un influenza tanto diretta come quelli che fanno l'oggetto delle prime cinque Sezioni. Secondo la natura de' servigj che prestano, gli classerò in apparecchi *di ricerca*, e in apparecchi d' *applicazione*.

## ARTICOLO I.

*Degli apparecchi secondarj di ricerca.*

Da più di venti secoli si eran veduti elettrizzarsi de'corpi per mezzo dello sfregamento, quando poi si trovò il mezzo d'elettrizzarne altri per comunicazione. La qual seconda scoperta oltre al colpire quanto la prima ne divenne anche più interessante, giacchè senza di questa l'altra era quasi inutile, e non presentava che un fatto isolato nel quadro delle umane cognizioni. Ora senza poter pretendere sulla scoperta di Volta un influenza tanto rimarchevole, quella di Ritter è tale da dare ad essa una grande estensione, e da formare un'epoca memorabile nella Storia del galvanismo. Quando sarà essa considerata come merita da'Fisici, quando vorranno esaminarla, studiarla ne'suoi dettagli, e valutarla ne suoi risultati, vi troveranno una strada nuova e forse più sicura per arrivare alla vera sorgente di tanti effetti ancora misteriosi non ostante le fatiche dei più illustri elettricisti.

Siccome generalmente si brama d'esser condotti al fatto principale che costituisce una scoperta, per le strade stesse che ha dovuto seguir l'Autore per giungervi, così io presenterò prima le esperienze di Ritter che gli diedero l'idea della sua *pila da caricare*, e quindi quelle che vi sono estranee, ma che dovevano presto o tardi condurlo al medesimo risultato. Trovo ciò negli scritti di Gautherot e d'Erman, ed io esporrò quì le loro fatiche secondo la data della loro pubblicazione.

## §. I.

*Primo apparecchio da caricare presentato da Gautherot nel Ventoso dell' anno 9.*

„ Continuando le mie ricerche, dice questo Fisico in una Memoria letta all'Istituto, mi sono accorto che il sapore bruciante che si procura col porre due fili metallici nella propria bocca, e coll'immergere le altre due loro estremità l'una nella prima tazza dell'apparecchio a corona, e l'altra nell'ultima, mi sono accorto, dissi, quando i fili erano di platina o d'argento, che ritirandoli dalle tazze, e facendoli toccare l'un contro l'altro si provava ancora un lieve sapore galvanico, sapore che ha anche della permanenza se si lasciano in contatto i due fili, e che si rinnuova per più volte se a più riprese gli ravviciniamo l'uno all'altro. „

Questa prima osservazione gli diede l'idea dell'apparecchio seguente, di cui mostrò egli gli effetti alla Società galvanica in una delle sue prime sedute. F (fig. 104) è una boccia ordinaria di vetro bianco, e *b* (fig. 105) è un turacciolo di sughero destinato a chiudere la boccia F, e attraversato da due fili d'argento *f*, *g* alla distanza di un centimetro l'uno dall'altro. Si riempie la boccia F d'acqua salata fino a due centimetri dalla bocca, e vi si pone il turacciolo *b*, onde vengono a immergersi nell'acqua le estremità inferiori dei fili *f*, *g*, che vi sono attraversati a parallelismo fra loro e senza toccarsi; e poi si accosta la loro estremità superiore l'una al bottone N e l'altra al bottone P dell'elettromotore (fig. 89).

Un momento dopo, ma per maggior certezza quando uno dei fili comincia a produrre delle piccole bolle nell'acqua, si prendono con delle pinzette isolate i due capi che stavano all'elettromotore, e facendo cessare la comunicazione si esamina lo stato elettrico dei due fili Se si mettono in bocca i due capi di questi fili che comunicavano coll'elettromotore, si prova un sapore fortissimo, talora anche accompagnato da una leggiera commozione; e la loro azione ha qualche permanenza perchè si ottengono queste sensazioni a più riprese. Se fra questi due capi de' fili si pone un tubo pieno d'acqua, verrà essa decomposta dai fili provenienti dalle due estremità d'un elettromotore.

,, Quest'esperienza, dice Gautherot, la quale non si presta alla spiegazione che si cercherebbe darle per mezzo della teoria dell'elettricità, mi sembra maggiore, e comecchè ella è suscettibile di molte modificazioni, *ella sarà probabilmente la sorgente o la base* di molte altre esperienze, e concorrerà più di qualunque altra alla teoria di questa nuova branca di Fisica.,,

*Seconda esperienza di Gautherot.*

Prendendo ognuno dei capi d'un fil di platina con una pinzetta isolata (fig. 106) si immerge nelle tazze estreme dell'apparecchio a corona onde il filo completi il circolo galvanico Dopo averlo lasciato per qualche tempo in questa posizione si ritira, e avvicinando i suoi due capi, senza però lasciarli toccare fra loro, si pongono sulla lingua. Si prova allora un sapore galvanico

tanto meglio rimarcato quanto maggiore è il diametro del filo.

„ Non è necessario, aggiunge Gautherot, per il successo di quest'esperienza, che le due tazze estreme contengano dell'acqua salata, perchè la dissoluzione salina potrebbe lasciar qualche dubbio sulla causa del sapore; onde per togliere ogn'incertezza, e per dare a quest'esperienza il maggior grado di semplicità riempio d'acqua stillata due tazze ben pulite, e le fo comunicare colle due estreme dell'apparecchio per mezzo di due fili di platina, e immergo allora nelle tazze dell'acqua stillata i due capi del fil di platina che debbon procurare il sapore, e gli avvicino a quelli che servono di conduttori, e ne aspetto lo sviluppo delle bolle proveniente dalla decomposizione dell'acqua. Così ottengo il *maximum* di sapore che può procurare questa esperienza, la quale, soggiunge, mi sembra meritare l'esame il più serio. „

Ora che si sono ottenuti gli effetti annunziati allora da Gautherot con un tuono si decisivo, dovremmo maravigliarci che queste due esperienze non abbian fatto più sensazione, se non fossimo testimoni della specie d'indifferenza con cui è stata ricevuta quella di Ritter.

## §. II.

### *Esperienze d' Erman.*
### ( *Giornale di Fisica, termidoro an. 9.* )

Si è già veduto ( *pag.* 144 *e seg.* ) che questo dotto Professore colle sue esperienze galva-

noscopiche avea riconosciuto, che un conduttore imperfetto posto fra i due poli d'un elettromotore acquista ad ogni estremità lo stato elettrico del polo con cui è stato in contatto. Un cordone di canapa ben bagnato teso da un polo all'altro dell' elettromotore si trovò carico di un' elettricità positiva nel capo che avea toccato il polo positivo, e di un elettricità negativa in quello che era stato in comunicazione col polo negativo, mentre intanto la parte media gli presentò un punto d'indifferenza e di *isolamento*. Erman tosto riconobbe una tal proprietà in molte altre sostanze, anche di solidi, e ben si vede che null'altro gli rimaneva che formare delle combinazioni per aumentare le superficie e gli effetti.

## §. III.

*Esperienze e apparecchio da caricare, di Ritter.*

Questo dotto Fisico aveva osservato che un corpo animale, il quale per qualche tempo ha fatto parte d'un arco galvanico, passa abbandonandolo ad uno stato opposto a quello che avea per l'avanti, cosicchè il lato che durante la comunicazione era positivo, divien negativo quando cessa la comunicazione, e viceversa. Subito dopo si convinse egli coll' esperienza seguente che i corpi inorganici producono lo stesso effetto.

Esp. I. Mise egli un filo d'oro composto di due pezzi in comunicazione con due porzioni d'acqua, ciascuna delle quali era in contat-

to con uno de' poli della pila elettrica, e lo lasciò così per alcuni minuti. Staccato che fu il filo dalla comunicazione produsse sulla lingua gli effetti medesimi che altrove si produssero per mezzo di due metalli differenti. Ma il pezzo che aveva dato del gas ossigeno, fece nascere il sapore d'un *alcali*, e l'altro quello d'un *acido*; mentre stante la comunicazion colla pila il filo che sviluppa l'ossigeno produce il sapore acido, e l'altro il sapore alcalino. Dunque vi era un inversione dello stato elettrico.

II. Ritter avea riconosciuto quest' inversione di stato elettrico con un altra esperienza: aveva cioè empito d'acqua pura un tubo di vetro munito d'un filo d'oro ad ogni capo, e l'avea posto fra le due estremità d'un elettromotore per formarne il circolo. Finchè esisteva la comunicazione, un de' fili sviluppava del gas ossigeno, e l'altro del gas idrogeno. Ma subito che fu rotta la comunicazione, si cangiaron gli effetti d'ogni filo, e il primo sviluppò dell' idrogeno e l'altro dell' ossigeno.

Tali esperienze di Gautherot, di Erman e di Ritter sono sicuramente molto vicine, e sì le une che le altre ci mostrano un metallo conduttore degli effetti galvanici ma incapace di produrgli, ricevendo e conservando la proprietà d'eccitar le sensazioni che producono le due estremità d'un elettromotore. Gautherot non era stato colpito che da questo solo risultato, il solo che abbia ricavato dalle sue esperienze: ma Ritter ne conobbe un altro che lo portò molto piu lungi, ed è l'inversion dello stato elettrico di questo conduttore posto così fra i

due poli d' un elettromotore, ed esposto per alcuni momenti alla sua azione. Tal nuovo risultato sembrava svelarci una traccia e una corrente di fluido, la di cui interruzione dovesse produrre una specie di giro proprio a cambiar lo stato delle estremità, e a lasciare in una di esse una sovrabbondanza relativamente all' altra. Non vi restava che moltiplicar gli elementi per renderne più sensibili gli effetti. I fili potevano essere rimpiazzati da delle lastre di metallo, e l' acqua che gli separava da dei cartoni bagnati. Ecco l' origine del nuovo apparecchio che costituisce la principale scoperta di Ritter.

*Apparecchio da caricare.*

Si abbiano 32 dischi di rame e 31 tondi di cartone ben temperati nell' acqua pura: si stabilisca un doppio disco di rame sulla base d' un apparecchio ordinario, e su questa doppia lastra si metta un tondo di cartone bagnato, e poi una seconda lastra che immediatamente venga ricoperta da un altro tondo di cartone, e così di seguito fino alla 32.ª che non si ricopre. Essendo così elevata fra de' fusti di vetro questa colonna di dischi d' un sol metallo si avvicina ad un elettromotore, e si stabiliscon le comunicazioni fra le due estremità respettive, e dopo averle lasciate in tale stato per alcuni minuti, si levan prontamente i pezzi di comunicazione con delle pinzette isolate.

Ora 1.° questa colonna a un sol metallo che per se stessa non aveva alcun potere galvanico, ha ricevuto per comunicazione la fa-

coltà di produrre gli effetti ordinarj dell' elettromotore, il sapore, il lampo, le commozioni; le deflagrazioni, la decomposizione dell' acqua; ma questa proprietà che non le è punto inerente, e che per così dire non è che in prestito, a poco a poco va scemando e quindi svanisce alla fine di un qualche tempo. 2.° Se si esamina lo stato di ogni estremità della pila secondaria, raccogliendo la sua elettricità sul condensatore, si trova che ogni polo dà la stessa elettricità di quello della pila primitiva con cui si era fatto comunicare; e se si stabiliscono delle nuove comunicazioni, differenti però dalla prima, gli effetti saran relativi a questi cangiamenti. 3.° Da un altro lato esaminando ciò che succede nell' elettromotore subito che è stabilita la comunicazione con una pila secondaria, si trova che nel primo momento del contatto l' elettromotore perde la più gran parte di sua tensione, e che a misura che la pila secondaria riceve più elettricità, aumenta la tensione dell' elettromotore finchè la pila secondaria abbia ricevuto tutta la carica di cui era suscettibile. Dunque la pila di Ritter s' arricchisce e si carica a spese di quella di Volta, la quale non riprende tutta la sua forza se non che quando l' altra non può più togliergnene. 4.° Tutta l' elettricità comunicata da un elettromotore ad una pila secondaria non è da questa tutta ritenuta; sempre ne scappa qualche poca per la coltà più o meno conduttrice di questa pila, la quale non può riguardarsi come spettante ai corpi isolanti, ma piuttosto come un conduttore imperfetto. E questa trasmissione d' elettri-

cità viene considerabilmente variata dalla natura del liquido di cui si bagnano i cartoni. Ritter formò due pile secondarie, ognuna di 45 lastre; i cartoni della prima erano stati bagnati nell' acqua salata, e quelli della seconda in una dissoluzione di muriato d' ammoniaco; e furon esse poste in comunicazione con un elettromotore di 90 coppie: la pila a acqua salata produsse dopo la comunicazione degli effetti molto sensibili; mentre l'altra a dissoluzione di muriato d' ammoniaco non ne produsse alcuno fuorchè un sapore assai debole che fece nascer sulla lingua immediatamente dopo la sua comunicazione coll' elettromotore. 5.° La pila carica perde a poco a poco la sua azione quando si abbandona a se stessa; e in principio la perdita è grandissima, ed è poi relativamente assai meno sensibile quando la carica è più debole. Nei primi secondi soltanto dopo la carica ha la pila tutto il suo vigore; le scintille poi tosto spariscono, ma hanno più durata l' azione chimica e la facoltà commotrice Una pila di 45 lastre di rame coi cartoni bagnati nell' acqua pura, caricata con farla comunicare con una pila elettrica di 90 coppie, non ha dopo 10' che un residuo debolissimo, e dopo 20' in 30' ha essa perduto tutta la sua attività. Una pila caricata egualmente ma coi cartoni bagnati nell' acqua salata diede immediatamente dopo la sua comunicazione colla pila elettrica delle scintille di 1 in 2 linee di diametro. Un secondo dopo, le scintille non avevano che la metà o al più tre quarti del diametro di prima; e un secondo e mezzo dopo non ne dava più punte.

*Modificazioni della pila da caricare.*

L' apparecchio ora descritto non è escito dalle mani del suo celebre inventore che dopo aver provato un gran numero di modificazioni, con cui questo dotto Fisico ricercava le cause degli effetti che aveva scoperti. Le sue ricerche ebbero de' risultati che non son meno considerabili di quelli che aveva ottenuti colla sua prima pila. Descriverò ora le nuove costruzioni a cui fu condotto, e che posson dividersi in tre classi, la 1.$^a$ di quelle che hanno un sol metallo, la 2.$^a$ di quelle che ne hanno due o più, la 3.$^a$ di quelle che hanno un sol metallo come le prime, ma con lastre di grandissime dimensioni, cosa che ne aumenta assaissimo gli effetti.

## PRIMA CLASSE.

*Delle pile da caricare, con un sol metallo.*

Gli elementi della pila da caricare essendo l'uno e l'altro buoni conduttori del fluido elettrico, era cosa naturale il pensare che nella maniera con cui son combinati si troverebbe la causa della proprietà singolare che ella ha di ritenere il fluido trasmesso da ognuno de' suoi elementi quando son separati. Poichè una tale combinazione non consiste che nelle alternazioni della sostanza umida col metallo, bisognava variare queste alternazioni per ben conoscere gli sviluppi de' suoi effetti. Ciò appunto fece Ritter, il quale con 256 lastre di

rame e altrettanti tondi di cartone formò le pile che seguono.

## I. *Colonna a 3 masse.*

CM (fig. 107) è una colonna formata di 32 lastre di rame e d'altrettanti tondi di cartone bagnato, come la pila secondaria già descritta, ma con questa differenza che sulla base da M fino a *t* si son poste l'una sull'altra, senza nulla framezzo, 16 lastre di rame, sulle quali sono i 32 cartoni bagnati che occupano lo spazio *ta*, e che son poi caricati di 16 altri dischi di rame *a* C. Questa colonna è, come si vede, formata degli stessi elementi della pila da caricare già descritta, ma differentemente disposti. Si stabiliscon le comunicazioni ordinarie con le due estremità di un elettromotore, e alcuni minuti dopo si levano ad un tratto per esaminare ciò che ha ricevuto questa colonna da una tale comunicazione. Producendo l'elettromotore tre sorti di effetti molto distinti bisogna esaminar la colonna secondaria sotto tre punti di vista e per tre mezzi diversi. Si esamina la sua tensione elettrica per mezzo d'un condensatore e di un buon elettrometro, la sua azione chimica per mezzo dell'apparecchio da decompor l'acqua, e finalmente la sua azion fisiologica per mezzo delle commozioni ricevute con le mani bagnate di una dissoluzione di muriato d'ammoniaco e armate di metallo; si esamina ancora per mezzo del sapore, del lampo ec. Ora 1.° la colonna a tre masse dopo aver passato il tempo ordinario in comunicazione con un elettromotore, non presenta alcuna tensione elettrica da valutar-

sì; 2.° ella non dà punta commozione, e se talvolta si crede di provar qualche sapore, è questo assai debole e poco costante; 3.° ella non produce sviluppo alcuno di gas.

II. *Colonna a 4 masse* (1 intercalazione.)

CM (fig. 108) è una colonna formata degli stessi elementi della precedente, ma distribuiti in quattro masse: la 1ª. posta sulla base si compone di 16 lastre di rame; la 2.ª di 16 tondi di cartone bagnato separati da una lastra di rame della 3.ª, che è pure di 16 tondi di cartone bagnato; e la 4.ª di 15 dischi di rame. Si mette questa colonna in comunicazione con un elettromotore della stessa forza dei precedenti, e avendolo lasciato in contatto per un dato tempo si interrompe questo cogli stessi mezzi. 1.° La tensione elettrica benchè debole in questa colonna comincia ad esser sensibile; 2.° non fa ella provar commozione alcuna, benchè dia il sapore palesemente; 3.° sviluppa alcune bolle di gas.

III. *Colonna a 5 masse* (2 intercalazioni.)

CM (fig. 109) è una colonna formata degli stessi elementi delle precedenti ma distribuiti in cinque masse: la 1.ª che riposa sulla base è di 15 dischi di rame; la 2.ª di 11 cartoni bagnati separati da un disco di rame della 3.ª, che è di 10 cartoni bagnati; un altro disco di rame separa questa dalla 4.ª composta di 11 cartoni bagnati; e la 5.ª è di 15 dischi di rame: in tutto in somma sono, come nelle precedenti, 32 lastre di rame

e altrettanti cartoni bagnati. Si stabiliscono le stesse comunicazioni di sopra collo stesso elettromotore, e cogli stessi mezzi si esamina ciò che ella ha acquistato. 1.° La sua tensione elettrica è molto sensibile; 2.° ella dà delle commozioni deboli, ma un sapore piccantissimo; 3.° è rimarcabile e continuo lo sviluppo del gas.

IV. *Colonna a 7 masse* (4 intercalazioni.)

CM (fig. 110) è una colonna formata come le altre di 32 dischi di rame e di 32 cartoni bagnati, distribuito tutto in 7 masse nell'ordin seguente: la 1.ª che è posta sulla base è di 14 dischi di rame; la 2.ª di 7 cartoni bagnati separati da un disco di rame della 3.ª di 6 cartoni bagnati, che un altro disco di rame separa dalla 4.ª, composta di 6 cartoni bagnati separati da un altro disco di rame della 5.ª, formata di 6 cartoni bagnati separati da un disco di rame della 6.ª, che è di 7 cartoni bagnati; alfine la settima ha 14 dischi di rame; il che dà dentro la totalità de' cartoni bagnati 4 intercalazioni quando nell'antecedente se ne avevano 2. Si assoggetta alla stessa comunicazione e alle stesse prove di sopra: 1.° la tensione elettrica è maggiore di quella della colonna a 5 masse; 2.° son sensibilissime le commozioni; 3.° più rapido e più sostenuto è lo sviluppo del gas.

## V. *Colonna a 11 masse* (8 intercalazioni.)

CM (fig. 111) è una colonna di 32 dischi di rame e di 32 cartoni bagnati distribuiti in 11 masse: la 1.ª posta sulla base è di 12 dischi di rame; la 2.ª e 3.ª è ognuna di 3 cartoni bagnati; la 4.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª e 8.ª è ognuna di 4 cartoni bagnati; la 9.ª e 10.ª è ognuna di 3 cartoni bagnati, e queste masse son separate le une dalle altre con un disco di rame; finalmente l 11ª è di 12 dischi di rame. Si mette questa colonna in contatto collo stesso elettromotore che ha servito per le esperienze precedenti, e si esamina coi mezzi medesimi, il che ha prodotto una comunicazione in tutto simile alle altre. 1.° La tensione elettrica è assai maggiore che nelle precedenti; 2.° le commozioni son molto più forti; 3.° è anche più considerabile la produzione del gas.

## VI. *Maximum* dell'effetto chimico. *Colonna a 19 masse* (16 intercalazioni.)

I 32 dischi di rame e i 32 cartoni bagnati di cui si son formate le colonne antecedenti, son disposti in questa nella maniera che segue: 1.° sulla base 8 dischi di rame, poi un cartone bagnato; 2.° un disco di rame e due cartoni bagnati; 3.° un disco di rame e due cartoni bagnati ec., facendo 13 stratificazioni simili, il che fa in tutto 16 masse; ora un disco di rame e un cartone bagnato per la 18.ª stratificazione; e finalmente 8 dischi di rame: il che in tutto forma 19 masse e 16 intercalazioni. Stabilite le comunicazioni come per le altre, e quindi sospese per l'istesso intervallo

di tempo, questa colonna esaminata coi mezzi medesimi presenta tutti gli effetti fisici, chimici e fisiologici in un'intensità assai maggiore di alcun'altra delle colonne precedenti.

### VII. *Colonna a 32 intercalazioni.*

Si vede bene che questa colonna non può esser formata che dall'impiego di tutti i dischi e cartoni che hanno servito a montare le colonne precedenti, e che la lor disposizione non può esser differente da quella del primo apparecchio da caricare descritto a *pag.* 174; e non si è prodotto sotto questo N.° VII se non che per fare un paragone fra i suoi effetti e quelli delle altre colonne, le quali non sono alla fine che *modificazioni* di essa. Le comunicazioni ed i mezzi d'esaminare il suo stato son sempre gli stessi. La tensione elettrica e gli effetti fisiologici sono in questa colonna ancor più grandi di quelli avuti nelle colonne antecedenti: ma *l'azion chimica comincia a retrogradare*, e lo sviluppo del gas è minore di quello che si aveva nella precedente.

### VIII. *Colonna a 64 intercalazioni.*

Per montar quest'apparecchio bisogna necessariamente avere un numero di lastre di rame doppio di quello delle altre colonne, e dividere ogni cartone bagnato in due tondi nel senso degli strati orizzontali. Tutti questi tondi e dischi son posti con alternazioni eguali uno a uno come nella colonna precedente, e le comunicazioni sono stabilite col medesimo elettromotore, e gli effetti

sono esaminati cogli stessi mezzi. 1.° La tensione elettrica è anche più grande che nelle colonne antecedenti; 2.° anche le commozioni son più gagliarde; 3.° l'azione chimica poi è anche minore che nella precedente.

IX. *Maximum* dell'effetto fisiologico.
*Colonna a* 128 *intercalazioni*.

Bisogna ancor quì raddoppiare il numero de' dischi di rame della colonna precedente, e separare ogni cartone in due strati orizzontali. L'alternazione e i mezzi di prova debbon essere assolutamente gli stessi, e sempre con un elettromotore di egual forza. 1.° La tensione elettrica è ancor quì al di sopra di quella della colonna precedente; 2.° le commozioni sono le più forti che si sian potute aspettare da queste sorti di apparecchi; 3.° l'azione chimica è sparita, e non succede alcuno sviluppo gassoso.

X. *Colonna a* 256 *intercalazioni*.

Raddoppiato ancor quì il numero de' dischi di rame della colonna precedente, e suddiviso ogni cartone in due strati orizzontali, si monta il tutto nel modo stesso, si fan comunicare i due vertici con quelli d'un elettromotore della stessa forza che per i casi precedenti, e coi medesimi mezzi si esaminano gli effetti di questa comunicazione. 1.° La tensione elettrica è ancor quì aumentata; 2.° l'azion fisiologica divien retrograda, e le commozioni son meno forti che nell'antecedente colonna; 3.° più non

esiste l'azione chimica, nè si vede produzione alcuna di gas.

## SECONDA CLASSE.

### *Delle pile da caricare, a due metalli.*

Tutti gli apparecchi descritti nella prima classe delle pile da caricare son formate d'elementi inattivi per se medesimi, e sono unicamente composti di un sol metallo e di un fluido. Si posson costruire ancora combinando due metalli eterogenei rendendoli inattivi per la disposizione che si dà loro, e che in questo stato servono a formar delle colonne da caricare simili a quelle di un sol metallo. Queste pile possono essere ancor numerose secondo che lo comporta la serie de' metalli suscettibili di formare una pila primitiva: ma Ritter ha considerato due procedimenti, i di cui effetti sono differentissimi, e interessantissimi per la teoria.

### *Pila primitiva, resa inattiva dall'accavallamento.*

I. ZC (fig. 112) è una pila di Volta composta di 30 coppie rame e zinco, separate da un tondo di drappo bagnato, il cui polo inferiore C è negativo, il polo superiore Z è positivo. NP (fig. 113) è una pila simile per il numero e per la grandezza delle coppie, ma montata inversamente; poichè il polo inferiore è di zinco e perciò positivo, ed il superiore è di rame e perciò negativo. Per rendere inattive queste due colonne, e per farne una pila da caricare non si dee far altro che

porle l'una sull'altra in modo che P della colonna (fig. 113) riposi sopra Z della prima: così esse si toccheranno per mezzo de' poli *equinomi* e formeranno una colonna totale di 60 coppie, una metà delle quali distrugge l'azione dell'altra, e tale che non producendo più per se stessa alcun effetto galvanico divien suscettibile di ricevere una carica se si stabiliscono le comunicazioni ordinarie con un elettromotore. Una tal colonna caricata per comunicazione dà delle forti commozioni senza dare alcun segno d'azione chimica, e invano si usarono i mezzi i più efficaci per discoprirla. Nè l'acqua stillata, nè la tintura di tornasole diedero una bolla sola di gas, benchè quest'ultimo reattivo sia sensibilissimo, e benchè si fossero avvicinati per quanto fosse possibile i due fili d'oro nell'apparecchio a decomposizione. Dunque questa pila è più specialmente d'ogni altra una *pila fisiologica*.

*Pila primitiva resa inattiva dalla disposizione particolare de' suoi elementi.*

II. Si dispongono 60 coppie, rame e zinco, come per montare un elettromotore ordinario, ma invece di montarle tutte nel senso medesimo, si dà loro alternativamente una differente posizione. Così se la prima coppia posta sulla base è *rame e zinco*, la seconda sarà *zinco e rame*, la terza rame e zinco, la quarta zinco e rame ec. L'inversione fatta nelle due metà per la colonna precedente si trova in ogni coppia di questa, e questa inversione rende i suoi elementi galvanicamente inattivi. Questa colonna in tal modo resa

inattiva posta che sia in comunicazione, come le precedenti, con un elettromotore ordinario, ne riceve una carica, la quale si valuta coi mezzi stessi. Le scosse che ella dà son meno forti di quelle della colonna I., ma è ancor essa come l'altra senza azione chimica. Che se nell'una e nell'altra di queste colonne I. e II. si prendono delle porzioni in tal modo, che quella presa nella colonna I. sia composta d'un numero eguale di coppie da ogni lato del punto d'accavallamento, queste porzioni così separate dalla lor colonna respettiva danno ancora delle commozioni meno grandi senza dubbio, ma sempre senza azione chimica. Tutte le quali esperienze provano ad evidenza che *l azion commotrice e l'azione chimica son separabili*, *e che l'una può esistere indipendentemente dall'altra*.

„ Senza dubbio, dice il Sig. Orsted nel render conto de' risultati delle fatiche di Ritter, ciò farà nascere un giorno delle grandi scoperte, poichè mai l'impero della vita non si è così separato da quello della morte, nè mai la natura inorganica ha presentato con tanta purità gli alimenti dell' organismo. Ella ci fa vedere un doppio tesoro tenuto nascosto nel suo seno, uno di cui non si serve che con parsimonia per i suoi proprj bisogni, l'altro che ella porta come ministra officiosa davanti alla vita.„

*Pila a due metalli resi inattivi dalla lor separazione.*

III. Con 32 lastre di rame e 32 di zinco si forma una colonna inattiva disponendo le lastre e i cartoni in maniera che niun metallo tocchi l' altro immediatamente . Si pone sulla base una lastra di rame, poi un cartone bagnato, indi una lastra di zinco, poi un cartone bagnato, su cui si pone un altra lastra di rame ec.: cosicchè tutte queste lastre rame e zinco son separate le une dalle altre da un tondo di cartone bagnato , il che rende la pila galvanicamente inattiva . Si fa essa comunicare con un elettromotore , e si esamina co' mezzi ordinarj la carica che risulta da questa comunicazione. 1.° La tensione elettrica è meno grande di quella della colonna di rame e cartone bagnato, del medesimo numero d'elementi: 2.° sono ancor meno forti le commozioni , ma è più rimarcata l' azione chimica, la quale sviluppa più gas di quella che non ha che del rame. Ella è anche assai più forte in tutti i suoi effetti di quello che lo sia una pila d' un egual numero di lastre tutte di zinco e di cartone bagnato.

Nella costruzione di queste pile secondarie sì della prima che della seconda classe Ritter si è servito di tondi di rame, ma egli ha veduto che non è questo il metallo il quale dia il maggiore effetto; e ha trovato che i conduttori son tanto più proprj ad esser caricati quanto più son suscettibili di divenir negativi per mezzo del loro contatto con gli altri . Lo stagno, lo zinco, il piombo non danno niente di sen-

sibile; l' azion del ferro egualmente che quella del bismuth e dell' acciaio temperato è debolissima; quella dell' ottone e del rame è più grande, quella dell' argento lo è assai più; l'oro e la platina hanno anche un posto superiore; ma il carburo di ferro e l' ossido di manganese agiscono ancor più degli altri.

## TERZA CLASSE.

*Delle pile secondarie a larghe lastre.*

Si è veduto nella sezione IV. art. III. §. 1. che il celebre Fourcroy era giunto a stabilire una sorta di demarcazione fra gli effetti chimici e i fisiologici d' un elettromotore, modificando le disposizioni dell' apparecchio da lui costruito insiem coi Sigg. Vauquelin e Thenard; e che egli cresceva o scemava a piacere l' uno o l' altro di questi effetti con aumentar la larghezza del suo apparecchio a spese dell' altezza, o la sua altezza a spese della lunghezza. Era già segnato il cammino per le colonne secondarie, e non era cosa meno curiosa il conoscere qual sarebbe l' influenza della larghezza delle lor lastre. Ecco ciò che esaminò Ritter. Si costruiscono in una volta tre pile secondarie ciascuna di 60 alternazioni. I. è formata di lastre della stessa dimensione di quelle dell' elettromotore con cui debbon farsi comunicare. II. è composta di lastre di 36 pollici quadri, e i cartoni, nell' una e nell' altra, hanno quasi due terzi di linea di grossezza. Le lastre della III. sono come della II. di 36 pollici quadri, ma i suoi cartoni sono

quattro volte più grossi. Ognuna di queste colonne è messa in comunicazione per 8 in 10 minuti con un elettromotore di 90 coppie, i di cui cartoni son bagnati d' acqua saturata a freddo di muriato d' ammoniaco. Si fan cessare in un tratto le comunicazioni per esaminarne lo stato. Immediatamente dopo la carica, I dà delle scintille di 3 linee di diametro, mentre II ne dà d'8 in 10 e anche di 12 linee. Producendo queste scintille sopra I. per l' intervallo d' un secondo se ne possono avere 3 in 4, mentre nel tempo stesso II. ne dà fino in 20.

Se si esamina la forza di queste due pile per mezzo della deflagrazione attaccando una foglia d' oro alla lastra superiore e toccandola col conduttore che vien dalla lastra inferiore, non succède nel I. che per 5 in 6 secondi, mentre in II. non cessa di produrre questo brillante spettacolo che dopo 60 secondi.

Di più il debole sviluppo di gas prodotto da I. non dura che 20 secondi, e quello di II. è molto più forte nè cessa che dopo 5 minuti.

Quando poi si tocca I. colle mani bagnate e armate di metallo per lo spazio di 15 in 20 secondi, si provano delle commozioni che divengon quasi insensibili alla cinquantesima commozione; e toccando II. per uno spazio di tempo anche più lungo si ricevono 200 e finanche 250 commozioni.

Tutti gli effetti di III., la quale non differisce da II. che per la grossezza quadrupla de' suoi cartoni, sono assai più intensi. Poichè 1.° più forti ne sono le scintille, e in principio più lunga la lor durata; e se ne traggono le

scintille nell' intervallo di 1, poi di 2, indi di 3, finalmente di 6 secondi; e così ella dà delle scintille per 2 $\frac{1}{2}$ fino a 3 minuti: è anche più brillante la deflagrazione delle foglie d' oro e dura da 1 $\frac{3}{4}$ fino a 2 minuti. 2.° Lo sviluppo del gas che per II. non ha durato più di 5 minuti, dura in questa da 8 in 10 minuti, e succede con una maggiore rapidità. 3.° Le commozioni sono sì violente in principio, che Ritter fu obbligato per contarle di fissare la comunicazione de' poli per mezzo d' un tubo pieno d' acqua e per gl' intervalli di un secondo. Dopo 300 comunicazioni simili, essendo divenute più sopportabili le commozioni, ne ebbe ancora 1200 senza spossare interamente la carica. Dalle esperienze comparative avendo provato, che le comunicazioni per mezzo del tubo pieno d' acqua spossano una pila più di quelle che si fanno per mezzo del corpo umano, si può concludere che più di 1500 commozioni non son bastate per toglier tutta la carica di III.

Quali speranze per il rinforzo degli effetti fisiologici, giacchè III. non ha che 60 alternazioni, e si sa che una pila della prima classe non arriva al suo *maximum* che a 128 alternazioni, e quest' effetto può essere ancora considerabilmente esteso da un accrescimento di lastre bene esaminato. Non posso persuadermi che la cognizione e la ripetizione delle esperienze descritte non somministrino a chi si occupa nello studio di questa branca di Fisica alcuni nuovi mezzi di estenderne i limiti.

## §. IV.

*Esperienza e Apparecchio di Champrè.*

In una serie di ricerche interessantissime, che per la maggior parte sono registrate in una memoria letta all' Istituto nel fiorile dell' anno 11, il Sig. Champrè esaminò se la produzione dei gas per mezzo del galvanismo riconoscerebbe ostacolo meccanico o proverebbe alcune modificazioni per una forte resistenza al suo sviluppo. La costruzione dell' apparecchio a cui fu condotto dai molti saggi, e gli effetti che ne ha ottenuto, mi sembrano di tal natura da far nascer l' idea d' una folla d' esperienze più o meno utili; il che fa credermi che non dispiacerà ai Lettori il farle loro conoscere.

TV (fig. 114) è un cilindro di vetro grossissimo, le di cui estremità sono state diligentemente lavorate a smeriglio perchè possano benissimo spianare sopra una superficie piana. B (fig. 115) è una forte lastra di rame, nella grossezza della quale è una scanalatura *g* di un diametro determinato da quello del cilindro TV. Da tre punti egualmente distanti gli uni dagli altri e sul campo al di fuori della scanalatura si alzano tre forti fusti di ferro fissati solidamente a questa lastra, e che nelle loro estremità terminano con una vite. Nel centro di questo medesimo pezzo è fissato un fusto di rame, la di cui punta si eleva a perpendicolo fino a un terzo dell' altezza de' fusti *fff*. C (fig. 116 è un altro pezzo di rame differente dal primo solo in questo che esso è forato in tanti punti corri-

spondenti a quelli da cui partono i fusti di ferro, i vertici dei quali debbon esser ricevuti da questo pezzo, il quale porta al par dell' altro un fusto di rame simile al primo. Ognuno poi de' due pezzi ha sul suo orlo un gangetto *c e*. A M S è un quadro di legno (fig. 117) i di cui pezzi son fortemente uniti insieme, e la sua traversa superiore A è munita in mezzo di una forte vite di pressione P. Ora dopo aver guarnito d' un tondo di cuoio la scavatura di ciascuno de' pezzi B, C, si pone su quella di B il cilindro di vetro T V, e premendolo un poco sulla sua base si riempie d' acqua pura. Si copre subito colla lastra C facendo passare nei fori *t t t* le estremità de' fusti *f f f* della lastra B. Tutto si tiene insieme con delle madreviti che prendono i vertici di questi fusti al di sopra della lastra C. Montato che è così questo primo apparecchio (fig. 118) si fissa nel quadro A M S in modo che il centro del cilindro sia sotto la vite P, che serve ad aumentare la pressione delle due lastre B C sulle estremità del cilindro pieno d' acqua T V. Non si dee allora far altro che stabilire la comunicazione fra le estremità d' un elettromotore e le lastre B C, il che si fa adattando un fil di metallo, che parte da ciascuna delle due estremità, al gangio C di queste lastre.

In molte esperienze precedenti fatte per il medesimo oggetto, ma con apparecchj meno perfetti, il Sig. Champrè aveva veduto l' acqua farsi luogo a traverso a' turaccioli di questo strumento benchè fossero serrati, e anche a traverso al mastice che era servito a fissare al giro del tubo una ghiera destinata a ricevere un turac-

ciolo di rame a vite, e questa trasudazione dell' acqua si faceva a misura che avea luogo la produzione del gas. Ma la stessa esperienza fatta coll' istrumento ora descritto gli offrì de' risultati assai più interessanti. Sottoposto che fu l' apparecchio egualmente all' azione dell' elettromotore per 36 ore, l' acqua non si aprì la strada in una maniera sensibile che dopo molte ore, e ciò appariva succedere a traverso il rame stesso, o a traverso il cuoio che separava il tubo dal bottone contro di cui era premuto, e fors' anche a traverso ad ambedue. Se si asciugava la goccia formata al di fuori, ci volevano molte ore per vederne una seconda. Il gas idrogeno poi apparve fino da' primi momenti dell' esperienza al termine del fusto che comunicava col polo di rame dell' elettromotore: e il fusto che comunicava col polo opposto s' inviluppò d' una tinta d' un bell' azzurro verdastro, e produsse una quantità d' ossido, cosicchè dopo aver fatto cessare le comunicazioni e posto verticalmente l' apparecchio, l' ossido deposto al fondo del tubo occupava uno spazio di più di 4 linee d' altezza. E il gas prodotto in quest' esperienza occupava uno spazio quasi eguale a quello che riempiva l' ossido, sebbene questo gas fosse molto compresso; perchè nel momento in cui si allentò la vite di pressione, uno de' coperchj di rame fu in un tratto sollevato, ne fuggì via l' aria con del sibilo, e l' autore dell' esperienza ne perdè l' ossido che si preparava ad esaminare. Queste esperienze senza dubbio insegnarono la costruzione di uno strumento impermeabile all' acqua; il che può presen-

tare agli osservatori risultati di grande interesse per le ulteriori ricerche.

## ARTICOLO II.

### *Apparecchj secondarj d' applicazione.*

Tre sorti d' apparecchj debbon descriversi in quest' articolo: il 1.° immaginato dal Professore Aldini e costruito a Parigi dal Sig. Carcel autore ben noto per le sue fiaccole meccaniche, ha per iscopo il facilitare l' applicazione del galvanismo al corpo umano; il 2.° fu costruito dal Dottor Graperon per separare gli effetti della corrente galvanica da quelli de' primi prodotti di questa corrente quando vuolsi esaminare la sua azione sopra diversi liquidi; nel 3.° descriverò alcuni mezzi per diminuir l' imbarazzo di pulire i dischi d' un elettromotore, quando lo richiede per necessità l' ossidazione.

### §. I.

### *Apparecchio d' Aldini per l' applicazione del galvanismo al corpo umano.*

AB (fig. 119) son due palle di metallo fisse sopra fusti di vetro per mezzo d' un gangio, da cui parte un filo metallico *fc*. I detti fusti di vetro son fissati ciascuno sopra un piede, da cui possono a piacere ancora esser levati. M (fig. 120) è un castello da orologio posto in una cassetta,

che alternativamente fa muovere a secondi o a mezzi secondi i due martelli o bottoni *b*, *b*. Nel mezzo di questa cassetta trovasi un ago e un quadrante a secondi. Questo pezzo è stabilito sopra un sopporto isolante S L Per far uso di quest'apparecchio si pone la cassetta M sopra un sopporto vicino a un elettromotore preparato di fresco: per mezzo d'un conduttore metallico si fa comunicare il motore de' martelli *b*, *b* coll'estremità superiore dell'elettromotore, e si pone una delle palle isolate sotto uno dei martelli, ossia una sotto ogni martello quando vogliono insieme servirsene due persone. Allora si fa prendere alla persona da galvanizzarsi con una mano il filo che parte dalla palla isolata, e coll'altra un conduttore che vien dalla base dell'elettromotore, e quindi si dà il moto al motore rinchiuso nella cassetta. Ogni qual volta il piccolo martello tocca la palla B, la persona che tiene il filo C e che coll'altra mano tocca la base dell'elettromotore, prova la commozione stessa che proverebbe col toccare immediatamente il vertice dell'elettromotore. Oltre al vantaggio di risparmiare tutti i movimenti necessari a farsi per moltiplicare i contatti e per interromperli ognivolta per ottenerne la scossa, questo strumento presenta quello ancora di dosare, per dir così, quest'effetto regolando esattamente il numero delle commozioni avute in un dato tempo.

## §. II.

### *Apparecchio ed esperienze del Dottor Graperon per isolare i risultati dell'azion galvanica sui liquidi.*

Tutti coloro che si erano occupati in ricercare qual potesse essere l'influenza del galvanismo sui diversi liquidi o secrezioni animali, si eran contentati di far immergere nel liquido per l'esperienza due conduttori metallici provenienti dai due poli di un elettromotore, ed avevano osservato diversi cangiamenti da loro attribuiti all'azione galvanica. Il Dottor Graperon considerando con ragione e saviezza che tali effetti eran confusi, e che gli uni potevano esser prodotti dagli altri o nuocersi a vicenda, e che l'ossido intorbidava il liquido, lo coloriva, agiva chimicamente sopra di esso, ec., cercò i mezzi di separare questi effetti diversi, di isolarli, e di applicar separatamente ad un fluido l'effetto dell'ossidazione, quello dello sviluppo dell'aria, o la sola influenza della corrente galvanica: e vi giunse coll'apparecchio il più semplice. Poichè S, T (fig. 121) son due tubi ricurvi in forma di sifone a tre branche; V è un vaso di cristallo o di porcellana destinato a ricevere il liquido da galvanizzarsi; *c z* son due fili di metallo che servir debbono di conduttori. Si riempie d'acqua pura ognuno de' sifoni S T; se ne chiude imperfettamente l'apertura che deve tuffare nel vaso, con un pezzo di carta bagnata, la quale senza impedire la comunicazione basta per prevenir la mescolanza. Essendo già nel vaso il liquido destinato all'esperienza si pongono i due tubi così preparati uno

per lato e dirimpetto, e si alza il liquido da galvanizzare finchè tocchi la branca che è nel vaso. Nell' apertura che è al di fuori si mette uno dei fili conduttori *c*, *z* per ciascun sifone, e si fa comunicare il filo *z* col bottone P dell' elettromotore (fig. 89), e *c* col bottone N. L' ossidazione e lo sviluppo del gas hanno luogo nei tubi ricurvi, e non posson produrre alcun effetto sul liquido posto nel vaso che non è assolutamente esposto per questo mezzo se non che alla sola influenza della corrente galvanica. Le prime esperienze del Dottor Graperon provan subito come era necessario ricorrere al mezzo da lui impiegato per discerner l' effetto immediato del galvanismo negli effetti secondari della galvanizzazione. L' orina della mattina galvanizzata per trent' ore non gli offrì alcun fenomeno diverso da quella che espressamente aveva messa in un altro vaso e sempre situata nelle stesse circostanze fuorchè nella circostanza del galvanismo. I depositi si manifestarono nel tempo stesso nell' orina galvanizzata e nella non galvanizzata; e fu l' istesso per i segni di putrefazione, giacchè non vi osservò egli alcuna differenza, benchè gli osservasse per otto giorni per seguirne la decomposizione.

Due tazze di latte, una delle quali fu galvanizzata per dieci ore, non gli offrirono alcuna differenza nella formazione della crema alla superficie, nella coagulazione ec. Ma avendo introdotto del latte invece d' acqua nel sifone a cui apparteneva il conduttore ossidabile, lo vide coagularsi, e colorirsi in verde per l' ossido di rame, mentre che quello che era nella tazza non presentava alcuno di questi cangiamenti.

Da queste esperienze si vede che quanto fin quì avevan fatto i Fisici ed i Chimici per riconoscere l'influenza del galvanismo sui liquidi animali è quasi un nulla, perchè hanno essi riguardato come effetti immediati dell'azione di questo fluido ciò che non apparteneva che ad effetti secondari.

## §. III.

*Degli apparecchi per togliere il verderame.*

Per poco che ci occupiamo nel galvanismo siamo tosto arrestati o almen ritardati nelle esperienze dalla necessità di ripulire i dischi ossidati, poichè sessanta in ottanta coppie di dischi da ripulirsi richieggono un tempo considerabile, e di più lo zinco è tanto difficile a riprendere il suo brillante che non vi è quasi alcuno che non vi perda la sua pazienza. Sarà dunque un vero vantaggio lo scemar l'imbarazzo di questa operazione. Io non conosco che due mezzi finora immaginati a simile oggetto, uno dal Sig. Lagrave, e l'altro dal Sig. Dumotiez.

I. AB (fig. 122) è un pezzo di legno di un mezzo decimetro di grossezza, che forma un quadrato lungo quattro in cinque decimetri. Nella sua grossezza si fanno delle scanalature del diametro de' pezzi da srugginirsi, e di una profondità un poco minore della grossezza de' detti pezzi. CR (fig. 123) è un pezzo di legno delle stesse dimensioni guarnito nella sua superficie inferiore di un cuoio fortissimo, e meglio d'una pietra da arrotino. Nella sua superficie superiore vi sono

due manichi di legno per poterlo facilmente maneggiare e muovere. Ora si comincia dal disporre nelle scanalature del pezzo AB tutti i dischi da ripulirsi, si ricoprono d'un poco di sabbione fine, e dopo aver posto sopra il pezzo CR si fa muover per ogni verso. Il peso di questo pezzo sovrapposto e la disposizione di tutti questi dischi fa che essi restin puliti prestissimo e insieme; ma a tal effetto fa d'uopo che essi siano tanto bene accomodati, che uno non sia più alzato dell'altro perchè allora il pezzo CR non può produrre effetto che sul disco saliente: ora l'aggiustar bene tutti i pezzi a me sembra assai difficile.

II. CM (fig. 124) è una cassa di rame d'un centimetro e mezzo di grossezza. In mezzo alla sua traversa è solidamente fissato un forte fusto codato del medesimo metallo e guarnito d'una vite di pressione *p*. I due montanti della cassa son forati alla loro estremità per ricever da un lato l'asse d'una puleggia bislunga T, la di cui estremità *g* è guarnita d'una cassettina di rame destinata a ricevere la pietra da macinare *m*, la quale è di legno, e sopra vi è inchiodato un tondo di cuoio o di feltro. BN (fig. 125) è un'altra cassa di rame fissa su un manico di legno, la quale nella grossezza del cerchio di cui è formata, porta due piccole viti di pressioue *pp*. Si comincia dallo stabilire solidamente sopra una tavola la cassa CM, prendendo l'estremità di questa tavola fra la traversa e la vite di pressione *p*. Si fissa la macina *m* nella cassetta C che è guarnita di tre punte messevi a tal oggetto. Si pone il pezzo da ripulire nella cassetta BN, e dopo avervelo fissato per mezzo delle viti di pressione *pp*, si presenta alla maci-

netta, su cui si è già messo un poco di sabbione bagnato. Si spinge allora questo pezzo contro la macinetta, la quale nell' atto stesso si fa girare vivamente per mezzo d'un archetto, la di cui corda è passata intorno alla puleggia. Così vien ripulito prestissimo il disco di metallo, a cui se ne rimpiazza un altro; e prestissimo si fa ciò per mezzo d' una vite: onde questo strumento poco dispendioso rende l' operazione totale un poco più pronta e più comoda. Ad onta pure di ciò non dobbiamo dispensarci dal cercarne un altro ancor più spicciativo e più sicuro.

---

# TAVOLA

## DELLE MATERIE

### SEZIONE I.

## SEZIONE II.



## SEZIONE III.

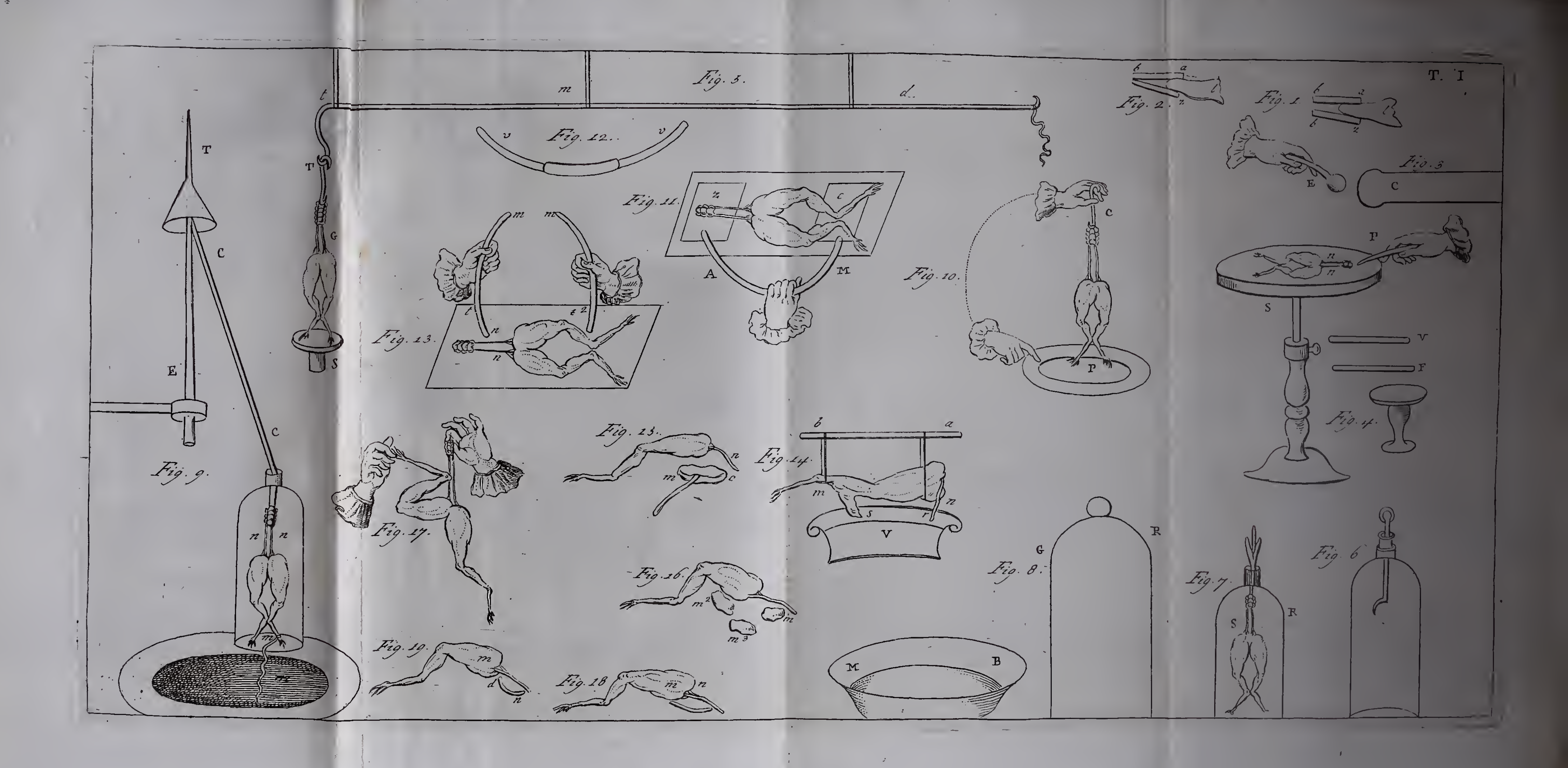
## SFZIONE IV.

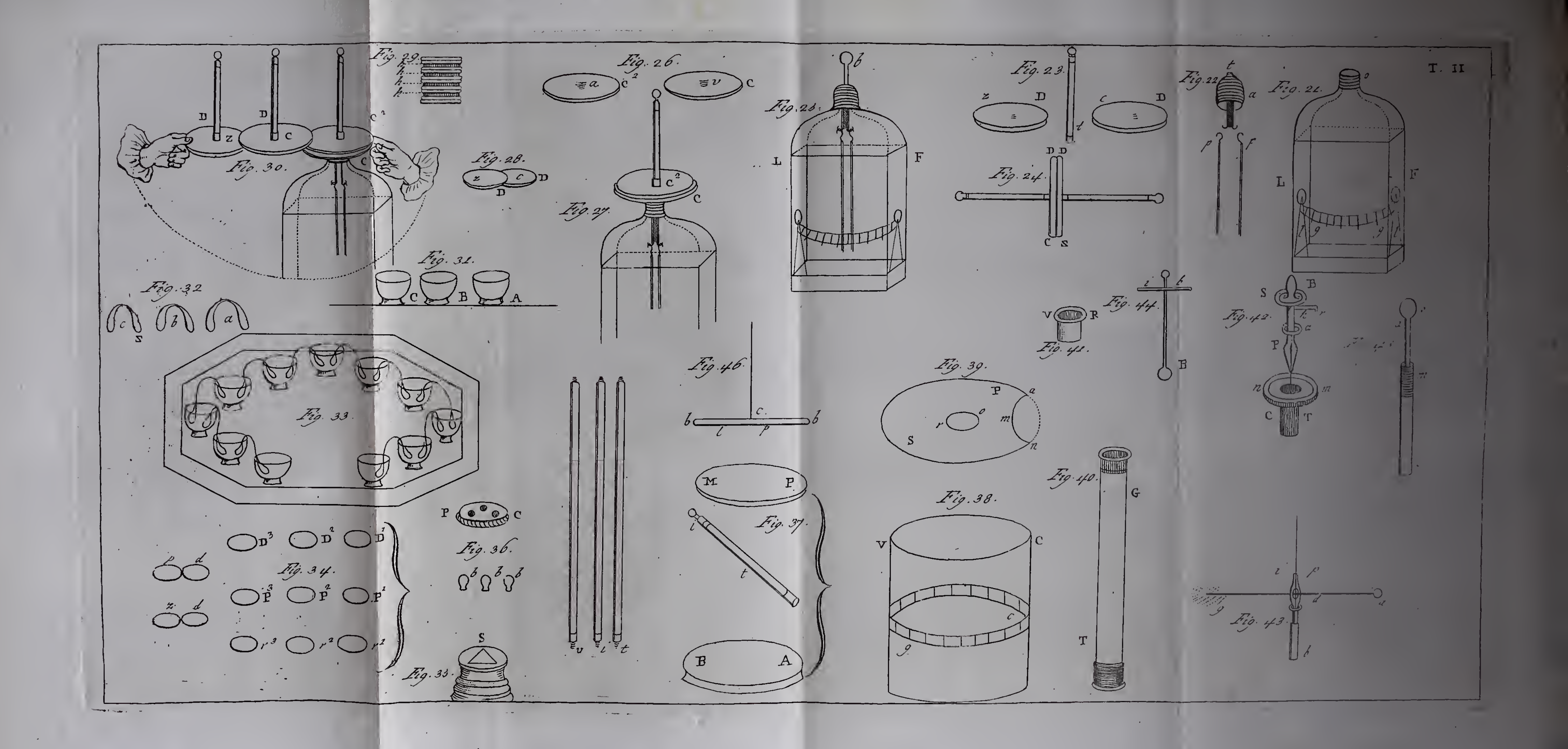
## SEZIONE V.

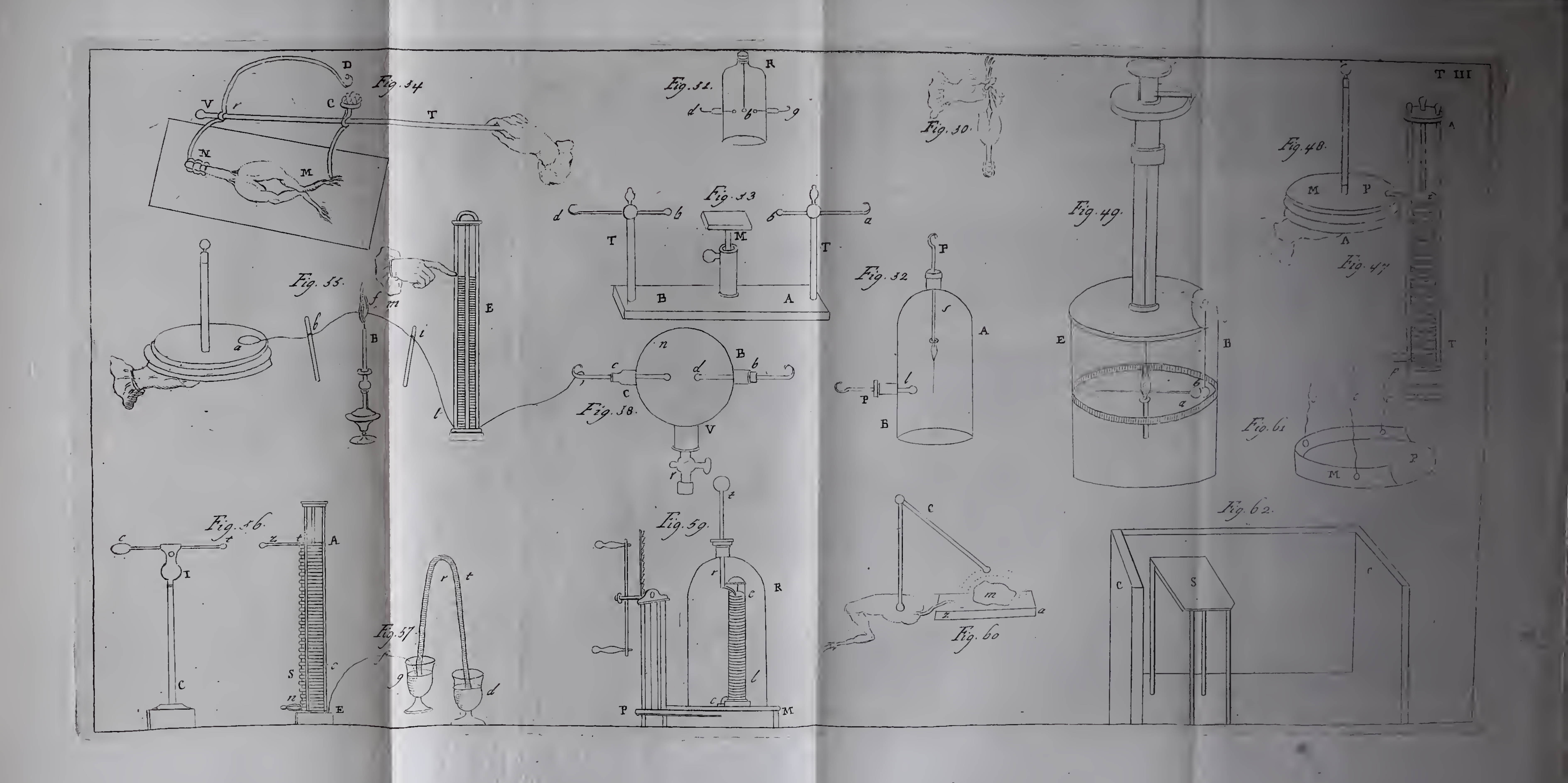


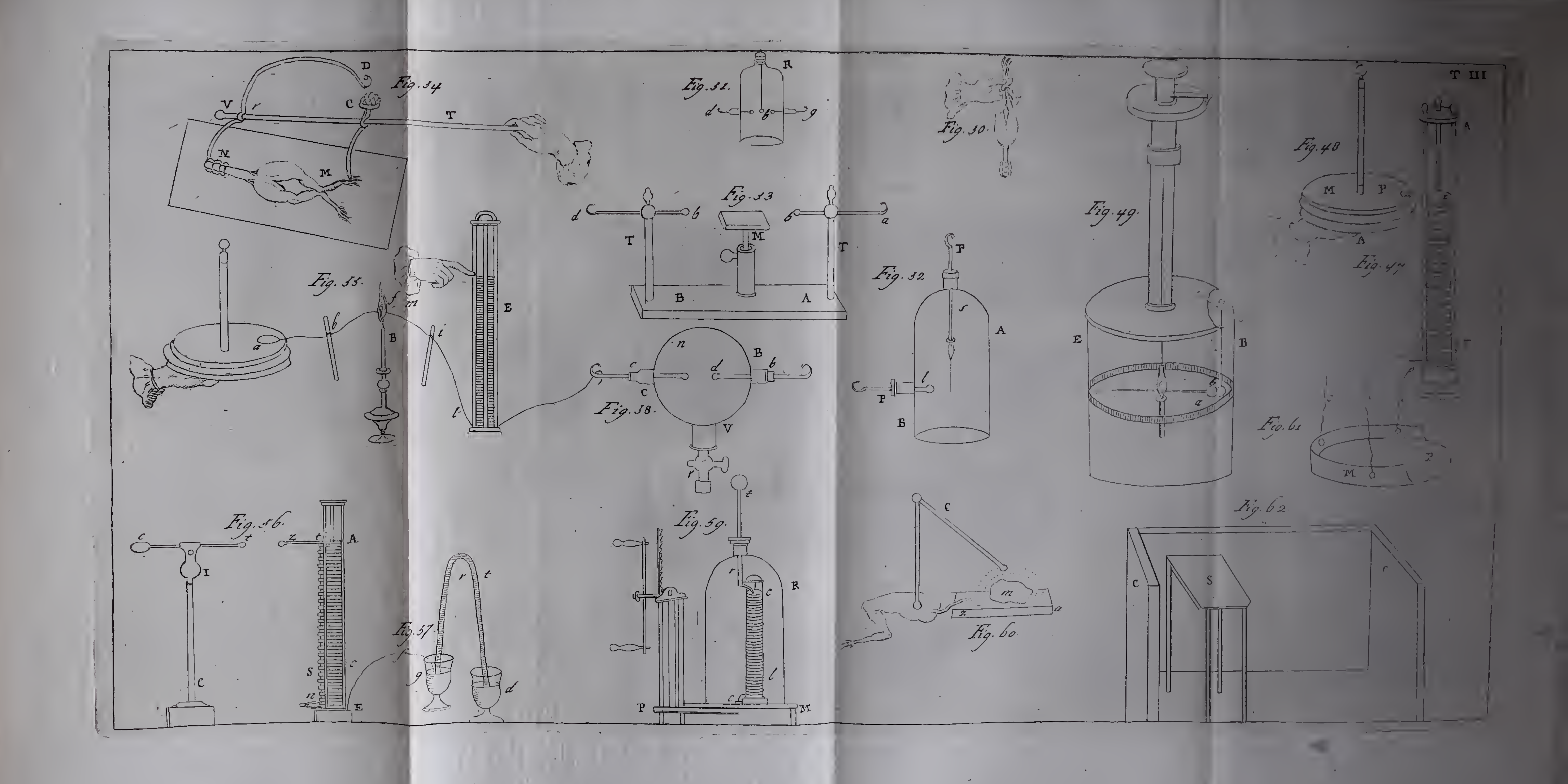
## SEZIONE VI.

| pag. | vs. | ERRORI | CORREZIONI |
|---|---|---|---|
| 13 | 30 | aggiungere | aggiunger qualche cosa |
| 18 | *ult.* | del | dal |
| 31 | 9 | isolato | isolante |
| 32 | 22 | e che | e chi |
| 37 | 19 | mettendole | mettetele |
| 43 | 6 | principj non differenti | principj, non differenti |
| 58 | 11 e 16 | attrattae .. a | attratta e . . . e |
| 64 | 8 | fig. 54 | fig. 55 |
| 92 | 27 | ha | essa ha |
| 95 | 21 | fosfari | fosfati |
| 99 | 20 | hanno | danno |
| 110 | 24 | lo brucia | e lo brucia |
| 138 | 14 | è tale | e tale |
| 159 | *ult.* | tenut | tenuto |
| 175 | 31 | coltà | facoltà |
| 190 | 28 | esaminato | esaminato ? |

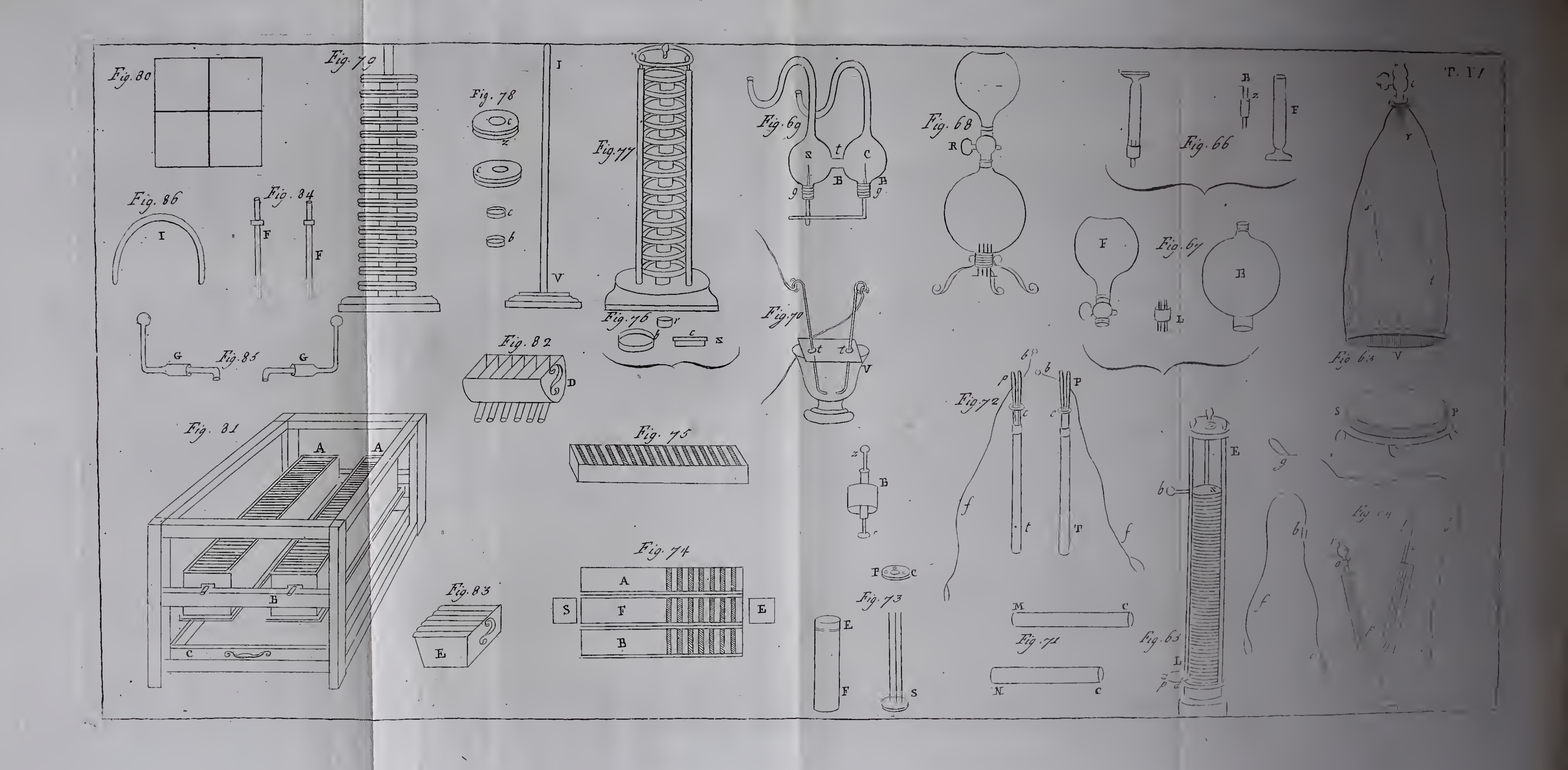

T. I
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18
Fig. 19.
Fig. 23.

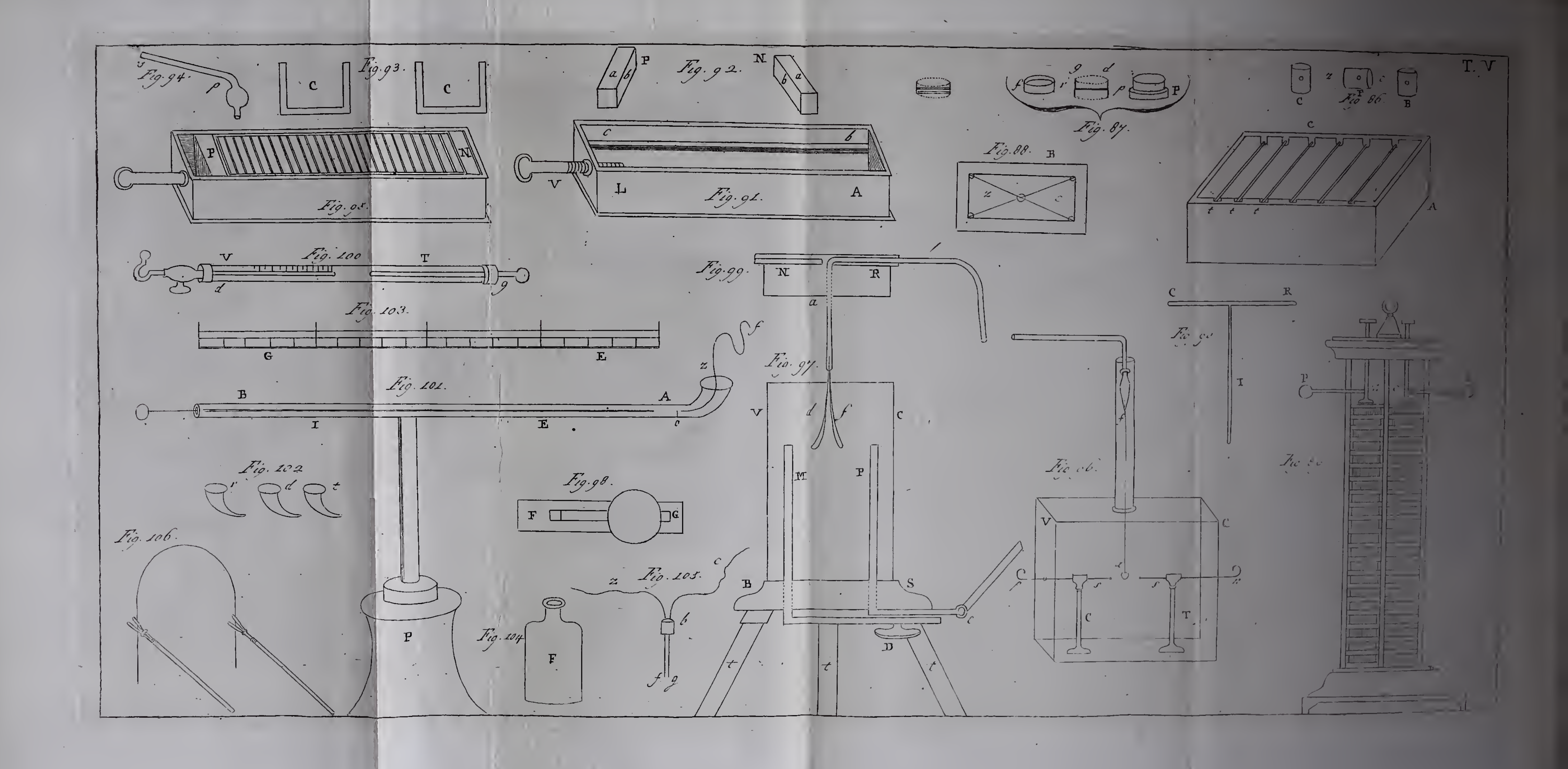

T. II
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 46.


T III
Fig. 54
Fig. 55
Fig. 56
Fig. 57
Fig. 58
Fig. 59
Fig. 51
Fig. 53
Fig. 52
Fig. 50
Fig. 60
Fig. 49
Fig. 48
Fig. 47
Fig. 61
Fig. 62



T III
Fig. 54
Fig. 51.
Fig. 50
Fig. 48
Fig. 49.
Fig. 47
Fig. 53
Fig. 52
Fig. 55.
Fig. 58.
Fig. 61
Fig. 56.
Fig. 59.
Fig. 57.
Fig. 60
Fig. 62.


T. VI
Fig. 80
Fig. 79
Fig. 78
Fig. 77
Fig. 69
Fig. 68
Fig. 66
Fig. 86
Fig. 84
Fig. 85
Fig. 82
Fig. 76
Fig. 70
Fig. 67
Fig. 72
Fig. 81
Fig. 75
Fig. 74
Fig. 83
Fig. 73
Fig. 71
Fig. 65
Fig. 63


T. V
Fig. 94.
Fig. 93.
Fig. 92.
Fig. 87.
Fig. 86.
Fig. 95.
Fig. 91.
Fig. 88.
Fig. 100
Fig. 99.
Fig. 103.
Fig. 101.
Fig. 97.
Fig. 102
Fig. 98.
Fig. 106.
Fig. 105.
Fig. 104.

